View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور – پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی

عنوان:

بررسی ارزش غذایی ،میزان پذیرش و عمر ماندگاری کلوچه ماهی (Fish patty) تولید شده با FPC ماهی سیم ارس *Abramis brama*

مجری:
علی اصغر خانی پور

شماره ثبت
۴۹۲۳۲

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی

عنوان پروژه : بررسی ارزش غذایی ،میزان پذیرش و عمر ماندگاری کلوچه ماهی (Fish patty) تولید شده با FPC ماهی سیم ارس *Abramis brama*
شماره مصوب پروژه : ۹۲۱۵۳-۱۲-۱۲-۴
نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : علی اصغر خانی پور
نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) :
نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : علی اصغر خانی پور
نام و نام خانوادگی همکار(ان) : حمید رضا شاهمحمدی ، انوشه کوچکیان ،رضا عبد موسوی ، سید حسن جلیلی، قربان زارع گشتی، امیر رضا شویک لو ، کامران زلفی نژاد ، فریدون رفیع پور ، ، مینا سیف زاده، فرشته خدابنده، فاطمه نوغانی،صغری کمالی، فرحناز لکزایی
نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : -
نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : -
محل اجرا : استان گیلان
تاریخ شروع : ۹۲/۱۱/۱
مدت اجرا : ۱ سال
ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۵
حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

پروژه : بررسی ارزش غذایی ،میزان پذیرش و عمر ماندگاری کلوچه ماهی (Fish patty) تولید شده با FPC ماهی سیم ارس *Abramis brama*

کد مصوب : ۹۲۱۵۳-۱۲-۱۲-۴

شماره ثبت (فروست) : ۴۹۲۳۲ تاریخ : ۹۵/۱/۱۸

با مسئولیت اجرایی جناب آقای علی اصغر خانی پوردارای مدرک تحصیلی دکتری تخصصی در رشته تکنولوژی صید صنعتی ماهی می‌باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش زیست فنآوری و فرآوری آبزیان در تاریخ ۹۴/۱۲/۱۸ مورد ارزیابی و با رتبه عالی تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در :

ستاد □ پژوهشکده ■ مرکز □ ایستگاه □

با سمت رئیس پژوهشکده در پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی مشغول بوده است.

عنوان	«فهرست مندرجات »	صفحه

چکیده ۱
۱- کلیات ۲
۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- فواید کلوچه ماهی ۳
۱-۳-اهداف تحقیق ۴
۱-۴- فرضیه های تحقیق ۵
۱-۵- ارزش غذایی ماهی ۵
۱-۶- ویژه گیهای اختصاصی ماهی سیم ۸
۱-۷- کنسانتره پروتئین ماهی ۱۰
۱-۸- مراحل تولید و تهیه FPC ۱۵
۱-۹- کلوچه ماهی (Fish Patty) ۲۲
۱-۱۰- پیشینه تحقیق ۲۳
۲- مواد و روش کار ۲۶
۲-۱- ابزار و دستگاه ها ۲۶
۲-۲- مواد مصرفی آزمایشگاه ۲۶
۲-۳- روش کار ۲۶
۲-۴- تولید کنسانتره پروتئین نوع A از ماهی سیم ۲۶
۲-۵- روش تولید کلوچه ماهی (Fish Patty) با استفاده از پروتئین تغلیظ شده (FPC) ۳۰
۲-۶- روش آنالیز آزمایشگاهی و تجزیه و تحلیل داده ها ۳۷
۳- نتایج ۳۸
۳-۱- ارزیابی حسی ۴۲
۴- بحث ۴۴
۵- نتیجه گیری نهایی ۵۰
پیشنهادها ۵۱
ارزیابی اقتصادی ویژه ۵۲
منابع ۵۴
پیوست ۵۸
چکیده انگلیسی ۶۲

چکیده

هدف از این تحقیق استفاده از نسبتهای ۵ ، ۱۰ و ۲۰ درصد کنسانتره پروتئین نوع A از ماهی سیم در تولید کلوچه ماهی بوده است، این کنسانتره دارای۸۳/۷ ٪ پروتئین، ۰/۷٪ چربی ، ۱۲/۲ ٪ خاکستر و۴ ٪ رطوبت بوده و به همین منظور ۴ تیمار بشرح ذیل در نظر گرفته شد :

- تیمار اول (شاهد، بدون استفاده از FPC)،
- تیمار دوم (دارای ۵ درصد FPC)،
- تیمار سوم (دارای ۱۰ درصد FPC)،
- تیمار چهارم (دارای ۲۰ درصد FPC)

کلوچه ماهی پس از تولید با درصدهای مختلف از کنسانتره پروتئین ماهی به همراه نمونه شاهد به مدت ۱ ماه در دمای محیط نگهداری و پس از انجام آزمایشات ارزش غذایی (پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر)، زمان ماندگاری با استفاده از آزمایشات فاکتورهای فساد (TVB-N ، pH، TBA) و آزمایشات حسی (امتیاز نهایی محصول از نظر طعم و مزه، بو، رنگ و بافت) مشخص گردید، از نظر پروتئین،تیمارهای دارای FPC بهتر بوده و از نظر فاکتورهای فساد تفاوت چندانی بین تیمارشاهد و مخصوصا تیمار با ۵٪ FPC وجود نداشت و همچنین از نظر حسی در فاکتورهای طعم و مزه، بافت و بو نیز تیمارهای با ۵ و ۱۰ درصد FPC یکسان ارزیابی شده ولی از لحاظ مدت نگهداری تیمار ۴ با ۲۰ درصد FPC داری ماندگاری کمتری بوده و می توان تیمار ۲ و ۳ را به عنوان فرمولاسیون برتر و برابر با تیمار شاهد در نظر گرفت و در نهایت با توجه به اینکه میزان پروئتین و TVN محصول نهایی به لحاظ ارزش غذایی و عمر ماندگاری مهم است، تیمار ۲ دارای اختلاف معنی دار با سایر تیمارها می باشد و می توان تولید نهایی را بر پایه تیمار ۲ انجام داد.

لغات کلیدی: ماهی سیم، کنسانتره پروتئین ماهی، کلوچه ماهی، ارزش غذایی، شاخص فساد، عمر ماندگاری.

۱-کلیات

۱-۱- مقدمه

با توجه به رشد روز افزون جمعیت در جهان و افزایش نیاز جوامع بشری به مواد پروتئینی و از طرفی محدودیت منابع خاکی جهت رفع نیاز انسانها، برنامه ریزان کشورها به استفاده و بهره برداری هرچه بهتر از منابع عظیم آب ها و دریاها روی آورده اند.

براساس میانگین سنی و وزنی افراد جامعه، به طور متوسط نیاز هر فرد به مواد پروتئینی در سال حدود ۱۵/۵۰ کیلوگرم تعیین شده است. بنابراین در مجموع سالانه میلیون ها تن پروتئین خالص مورد نیاز خواهد بود. سازمان خوار و بار و کشاورزی جهانی (FAO) نیز میزان پروتئین حیوانی مورد نیاز برای هر انسان را به طور متوسط ۲۹ گرم در روز توصیه کرده است از طرفی متخصصین تغذیه معتقدند رژیم غذایی روزانه هر فرد می بایست حداقل حاوی ۱۵ گرم پروتئین حیوانی باشد تا بتوان مابقی نیازهای بدن را با کمک پروتئین های گیاهی تأمین نمود و چنانچه مصرف پروتئین حیوانی کمتر از ۱۵ گرم در روز باشد موجبات فقر پروتئین را فراهم می نماید (FAO, 2010). متأسفانه بخش عظیمی از انسان ها دچار فقر پروتئینی هستند چرا که مطالعات انجام شده بیانگر این واقعیت است که ۱۹/۵۰ درصد افراد در جوامع مختلف بیش از ۳۰ گرم و ۱۹/۸۰ درصد بین ۵۰- ۳۰ گرم در روز پروتئین حیوانی مصرف می کنند، در حالی که حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد انسان ها با مصرف کمتر از ۱۵ گرم پروتئین حیوانی در روز از فقر پروتئین رنج می برند.

امروزه اهمیت آبزیان به عنوان یک منبع غذایی بسیار مفید و پروتئین حیوانی با ارزش بر هیچ کس پوشیده نیست به طوری که حدود ۲۰ درصد از پروتئین حیوانی مورد نیاز بشر از این طریق تأمین می گردد که جایگاه بسیار رفیعی محسوب شده و رقابت تنگاتنگی با سایر منابع پروتئین حیوانی دارد.

کشورهای پیشرفته در امر شیلات از یک طرف با تلاش در زمینه بهره برداری هرچه بهتر از منابع آبی و تکثیر و پرورش انواع آبزیان و از طرفی دیگر با مطالعه، تحقیق و سرمایه گذاری در زمینه فرآوری مناسب آن ها گامی بلند در بالا بردن مصرف سرانه آبزیان و رفع فقر پروتئینی در جوامع خود برداشته اند. به طوریکه امروزه بیش از ۱۵۰ نوع غذا و فرآورده دریایی نظیر کالباس، سوسیس، سوریمی، سالامی و ... با بهره گیری از گونه های مختلف آبزیان در این کشورها تولید می شود. استاندارد جهانی مصرف سرانه آبزیان ۱۹/۲ کیلوگرم (آمار صید و آبزی پروری جهانی، ۲۰۱۴) می باشد ولی متأسفانه در ایران این میزان حدود ۸/۵ کیلوگرم (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۳) برآورد شده که نسبت به استاندارد جهانی بسیار پائین بوده و به هیچ وجه قابل قیاس با مصرف سرانه کشورهایی نظیر ژاپن با مصرف سرانه حدود ۷۰ کیلوگرم نمی باشد.

پیشرفت در زمینه صید آبزیان از منابع مختلف آبی، پرورش انواع آبزیان، فرآوری محصولات دریایی، توزیع و فروش آن ها در بازارهای داخلی و بین المللی علاوه بر تأمین نیازهای تغذیه ای و بالا بردن مصرف سرانه در

کشور، مجموعه فعّالیّت های اقتصادی سودآوری را به وجود می آورند که ضمن ایجاد اشتغال مولد و پایدار جهت مهارت های گوناگون نیروهای انسانی، درآمد ارزی مناسبی را نیز برای کشور به ارمغان می آورد.

علیرغم نوپابودن صنعت شیلات در ایران و سوق نیافتن نیروهای متخصص و سرمایه گذاران بخش خصوصی در زمینه صنایع فرآوری محصولات شیلاتی، در سال های مطالعه و تلاش های فراوانی در زمینه تحقیق و توسعه تولید فرآورده های متنوع صورت گرفته که این تلاش ها به ثمر رسیده و علاوه بر ایجاد تنوع هرچه بیشتر در انواع فرآورده های دریایی و بالاتر بردن میزان مصرف سرانه آبزیان از طریق بهبود الگوهای تغذیه ای هموطنان، زمینه برای صدور این محصولات به سایر کشورها نیز فراهم گردیده است (اژدری و همکاران ۱۳۸۶).

بهره برداری از ذخایر متنوع و سرشار خلیج فارس، دریای خزر و آب های داخلی طی قرون متمادی به راه های مختلف صورت گرفته است، ولی از بهره برداری اصولی منابع زنده آب های دور، چند دهه ای بیش نمی گذرد. صیادان شمال و جنوب از زمان قدیم، صید خود را به صورت سنتی به محصولات ثانویه دیگر تبدیل می کرده اند، تا در فصول دیگر بتوانند نیازهای غذایی خود را تامین کنند. با تحول و دگرگونی هایی که در چرخش های اقتصادی به وجود آمده نیاز مردم به مواد پروتئینی و کشش آنها به سوی محصولات نیمه آماده و جنبی محسوس تر شده است. ایجاد کارخانه های عمل آوری میگو، تاسیس سردخانه و امکانات انجماد آبزیان و کارخانه کنسروسازی از اقدامات انجام شده در جهت نیل به خودکفایی مواد پروتئینی و سایر مسائل اقتصادی در جنوب است. همچنین صید ماهیان خاویاری و صدور خاویار و صید ماهیان ارزشمند استخوانی مانند ماهی سفید و یا ایجاد کارگاه های تولید ماهی دودی و کارخانه های کنسرو و آرد ماهی از آن جمله است.

شکل محصول اعم از زنده، کامل، شکم خالی و بدون آبشش، شکم خالی و بدون سر و دم، فیله (بدون پوست و یا بدون استخوان)، استیک (بدون پوست)، دودی و آماده بودن برای مصرف، برای همه خریداران حاتز اهمیت است.

۲-۱- فواید کلوچه ماهی

کلوچه ماهی غذایی است آماده که به راحتی طبخ می شود و تقاضای خوبی نیز دارد (Segal et al, 2010)، حداکثر استفاده از ماهی تازه، استفاده مناسب از مواد اولیه، امکان استفاده از چند گونه ماهی در محصول، فواید اقتصادی اجتماعی برای صیادان و صنعت شیلات، محصول با ارزش تغذیه ای و پروتئین بالا (Bello and Pigott, 1980). مطالعه ای پیرامون صنعت ماهی آزاد نروژ در سال ۲۰۱۰ نشان داد که از ۴۵۸۰۰ تن سر، اسکلت، گوشت شکم پشت سرپوش آبشش و ضایعات تولید شده توسط پنج شرکت بزرگ صنعت فیله، ۲۴٪ (۱۱۰۰۰ تن) برای مصارف انسانی و از جمله تولید کلوچه ماهی استفاده شده است. استفاده از گوشت چرخ شده ماهی آزاد در تهیه کلوچه ماهی در حال افزایش است (FAO, 2014).

تولید آزمایشی فرآورده های ماهی مبتنی بر سوریمی (کیک، کلوچه و ... ماهی) در سال ۱۹۸۴ تا ۱۹۸۵ در چین آغاز گردید ولی ادامه پیدا نکرد و در سال ۱۹۹۳ مجددا از سر گرفته شد. حدود ۲۰۰۰ کارخانه تولید محصولات فوق در چین احداث شده است. در سال ۱۹۷۹ اولین کارخانه تولید صنعتی در کشور تایلند افتتاح گردید. در کره جنوبی چند سال قبل از جنگ جهانی دوم تولید این دسته محصولات آغاز گردید. البته نوشته هایی مربوط به سال ۱۷۱۹ در مورد محصولاتی شبیه غذاهای دریایی تولید شده با سوریمی پیدا شده است. در ژاپن نوشته های مربوطه به غذاهای دریایی به سال ۱۱۱۵ باز می گردد. پس از آن سال این غذاها در گذر زمان دچار تغییر شد. تا اینکه نوعی از غذا به نام کوماباکو تولید شد که شباهت به کیک و کلوچه ماهی امروزی دارد و در سالهای ۱۸۶۷ – ۱۶۰۰ جز سبد غذایی مردم ژاپن قرار گرفت (Park, 2014).کلوچه ماهی با پروتئین متراکم شده ماهی تاکنون در ایران تولید نشده و تحقیقی نیز در این باره صورت نگرفته است.

پروتئین تغلیظ شده ماهی یک فرآورده قابل مصرف انسانی است که معمولا از آن در ترکیب مواد پخته شده گوناگون استفاده می کنند. برای جداکردن چربی و مواد نامطلوب از محصول نهایی از حلال[1] استفاده می کنند (کوچکیان صبور، ۱۳۹۰).

برای اولین بار FPC در اواخر دهه ۶۰ میلادی به عنوان ثمربخش‌ترین راه از راهکارهای تکنولوژیکی برای از میان برداشتن سوء تغذیه جهانی شناخته شد و در سطح وسیعی مورد تبلیغ قرار گرفت (Parr *et al*., 1998).

اندازه ذرات FPC از آرد ماهی کوچک تر و از نظر بافت و رنگ از کیفیت بهتری برخوردار است. به دلیل بالاتر بودن هزینه تولید این محصول از آرد ماهی گرانتر است و غالباً فقط برای مصارف انسانی و یا کاربردهای بسیار خاصی که معمولاً به عنوان جایگزین‌های شیر می‌باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ماده یک منبع عالی از آمینواسیدهای با قابلیت هضم بالا می‌باشد. (FAO, 2001).

در این تحقیق ابتدا از ماهی سیم، کنسانتره پروتئین نوع A بدست آمد و سپس با استفاده از آن کلوچه ماهی تهیه شد و ماندگاری آن در مدت زمان یک ماه تحت تأثیر پارامترهای محیطی مختلف مورد بحث قرار گرفت و با توجه به مراحل آزمایشی وسیعی که در این زمینه انجام گرفته است، شرایطی که در آن کلوچه ماهی دارای بیشترین پایداری باشد ارائه گردیده است.

۳-۱- اهداف تحقیق

هدف از این تحقیق با فرض اینکه تغییر در شرایط محیطی (دما، رطوبت، نور و آنتی اکسیدان) سبب تغییر در شاخص های کیفی کلوچه ماهی تولید شده با استفاده از FPC می گردد:

- تولید**FPC** نوع **A** از ماهی سیم سد ارس
- تولید کلوچه ماهی با استفاده از **FPC** ماهی سیم

[1] الکل مانند اتانول یا ایزوپروپانول

- تعیین ارزش غذایی و شاخص های فساد تیمارهای تهیه شده با استفاده از اندازه گیری درصد پروتئین، چربی، خاکستر، رطوبت، **TVN**، **PV**
- تعیین میزان پذیرش تیمارهای به دست آمده با استفاده از جداول ارزیابی حسی و فاکتورهای طعم و مزه، رنگ، بافت و بو
- امکان استفاده طولانی مدت از FPC و کلوچه ماهی بدون کمترین تغییرات فیزیکوشیمیایی
- دست یابی به دانش فنی نگهداری کنستانتره پروتئین و کلوچه ماهی
- تولید FPC و کلوچه از ماهیان مختلف نظیر سیم سد ارس

امید است این قدم کوچک مقدمه ای باشد جهت مطالعات هرچه بیشتر در زمینه ماندگاری فرآورده های غذایی متنوع از انواع آبزیان و گرایش به سمت تولید فرآورده های گوناگون و مصرف آن ها که باعث بهبود وضع سلامت مصرف کنندگان خواهد گردید.

۱-۴- فرضیه های تحقیق

۱- ارزش غذایی کلوچه ماهی تولید شده با استفاده از FPC ماهی سیم در ترکیبات اولیه و محصولات بدست آمده به چه صورت می باشد؟

۲- کدامیک از تیمارهای تولید کلوچه ماهی با روش FPC ماهی سیم از ارزش غذایی و میزان پذیرش بالاتری برخوردار است؟

۳- عمر ماندگاری کلوچه ماهی با FPC ماهی سیم چقدر است؟

۱-۵- ارزش غذایی ماهی

ترکیبات شیمیایی گوشت آبزیان همانند گوشت قرمز و گوشت طیور به طور کلی شامل آب، پروتئین، چربی، کربوهیدرات، انواع ویتامین‌ها و مواد معدنی است. البته میزان هر یک از این ترکیبات در انواع مختلف آبزیان متفاوت بوده که به نوعی به ارزش غذایی آن‌ها تأثیرگذار می‌باشد. در جدول ۱.۱ ترکیب شیمیایی و میزان انرژی‌زایی برخی از گونه‌های معروف ماهی و سایر آبزیان ذکر شده است (لاسلو و همکاران، ۱۳۸۴).

جدول ۱.۱. ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی برخی از گونه‌های معروف ماهی و سایر آبزیان (لاسلو و همکاران، ۱۳۸۴).

نام آبزی	درصد آب	درصد چربی	درصد پروتئین	کالری
کیلکا	۷۲-۷۵	۵/۹	۱۵-۲۰	۱۳۲۰
کپور معمولی	۷۸-۸۰	۲-۲/۲	۱۷/۵-۱۸/۹	۹۲۶
کفال	۷۶	۳/۹	۱۹/۵	۱۱۶۸
قزل‌آلا	۷۰/۷۹	۱/۲-۱۰/۷	۱۸/۸-۱۹/۱	۸۸۲
تون	۷۱	۱/۴	۲۵/۲	۱۳۸۹
میگو	۷۱	۱/۳	۲۲/۸	۱۰۵۸
لابستر	۷۵	۰/۳	۱۹/۷	۹۰۴
خاویار ازون‌برون	۵۱/۵	۱۶	۲۸	۲۶۴۰
سوف رودخانه‌ای	۷۹/۸۰	۰/۸	۱۷/۶-۱۹	۷۹۳

آب

آب قسمت اعظم گوشت ماهی را تشکیل می‌دهد بطوریکه در ماهیان کم چرب حدود ۸۰ درصد و در ماهیان پرچرب نظیر قباد و ساردین حدود ۷۰ درصد وزن فیله را شامل می‌شود (ذکی‌پور و نظامی، ۱۳۷۶).

پروتئین

میزان پروتئین در انواع مختلف ماهیان متغیر بوده و به طور متوسط ۱۹- ۱۸ درصد وزن ماهی را شامل می‌شود. از آنجا که میزان بافت پیوندی در گوشت ماهی در مقایسه با گوشت قرمز و طیور کمتر است، بنابراین قابلیت هضم پروتئین آن نسبت به سایر گوشت‌ها بالاتر می‌باشد. به طوریکه قابلیت هضم پروتئین گوشت ماهی ۹۶- ۸۶ درصد است حال آن‌که این میزان در گوشت مرغ و گاو ۹۰-۸۷ درصد می‌باشد (زکی‌پور و نظامی، ۱۳۷۶). پروتئین گوشت ماهی از نظر اسیدهای آمینه ضروری نظیر متیونین و لیزین غنی می‌باشد و از این لحاظ قابل رقابت با پروتئین شیر، گوشت و تخم‌مرغ بوده و نسبت به پروتئین‌های گیاهی نیز برتری دارد. در جدول ۲.۱ درصد اسیدهای آمینه موجود در گوشت ماهی با سایر منابع پروتئین حیوانی مقایسه شده است (لاسلو و همکاران، ۱۳۸۴).

جدول ۲.۱. درصد برخی از اسیدهای آمینه ضروری در غذاهای پروتئینی مختلف (لاسلو و همکاران، ۱۳۸۴).

نوع اسید آمینه	ماهی	شیر	گوشت گاو	تخم‌مرغ
لیزین	۸/۸	۸/۱	۹/۳	۶/۸
تریپتوفان	۱/۰	۱/۶	۱/۱	۱/۹
هیستیدین	۲/۰	۲/۶	۳/۸	۲/۲
فنیل‌آلانین	۳/۹	۵/۳	۴/۵	۵/۴
لوسین	۸/۴	۱۰/۲	۸/۲	۸/۴
ایزولولسین	۶/۰	۷/۲	۵/۲	۷/۱
ترئونین	۴/۶	۴/۴	۴/۲	۵/۵
متیونین	۴/۰	۳/۴	۲/۹	۳/۳
والین	۶/۰	۷/۶	۵/۰	۸/۱

چربی

میزان چربی در انواع ماهیان از کمتر از ۱ درصد در ماهیان کم‌چرب تا بیش از ۱۰ درصد در ماهیان پرچرب متغیر است. ماهی از نظر داشتن انواع اسیدهای چرب غیر اشباع نظیر اسید لینولنیک، اسید لینولئیک، اسید آراشیدونیک و به ویژه اسیدهای چرب امگاتری (دوکوزا هگزا نوئیک اسید[۲] و ایکوزاپنانوئیک اسید[۳]) منبع بسیار باارزشی محسوب می‌شود. از اسیدهای چرب غیراشباع ماهی در تهیه روغن‌های خوراکی، داروهای مصرفی بیماران قلبی- عروقی و ... استفاده می‌شود. مصرف این گونه چربی‌ها در کاهش سطح کلسترول و تری‌گلسیرید خون مؤثر بوده و خطر بروز آترواسکلروزیس را به شدت کاهش می‌دهد. همچنین در جلوگیری از تنگی عروق و لخته شدن خون در عروق بسیار مفید بوده و در نتیجه از بروز حملات قلبی به شدت می‌کاهد (لاسلو و همکاران، ۱۳۸۴).

کربوهیدرات

میزان کربوهیدرات در گوشت انواع آبزیان از جمله ماهی پائین بوده و نقش قابل توجهی در تغذیه انسان ایفا نمی‌کند بنابراین گوشت ماهی از میزان انرژی‌زایی بالایی برخوردار نمی‌باشد. لازم به ذکر است که نوع کربوهیدرات موجود در گوشت آبزیان عمدتاً از نوع گلیکوژن می‌باشد. در جدول ۳.۱ به میزان انرژی‌زایی برخی از مواد غذایی از جمله ماهی اشاره شده است (لاسلو و همکاران، ۱۳۸۴).

[2] Docosahexanoic acid(DHA)
[3] Eicosapentanoic acid(EPA)

جدول ۳.۱. میزان پروتئین و کالری حاصل از ۱۰۰ گرم انواع گوشت، شیر و تخم‌مرغ (لاسلو و همکاران، ۱۳۸۴).

ماده غذایی	پروتئین(گرم)	میزان انرژی‌زایی (کیلوکالری)
ماهی	۱۹	۱۱۰
گوشت قرمز	۱۷/۵	۲۵۰
گوشت مرغ	۱۷	۲۸۰
شیر	۳/۵	۶۶
تخم‌مرغ	۱۲	۱۶۳

ویتامین‌ها و مواد معدنی

گوشت ماهی از نظر ویتامین‌های محلول در آب نظیر ویتامین B_1، B_2، نیاسین، اسید پانتوتنیک و انواع ویتامین‌های محلول در چربی نظیر ویتامین‌های A، D و E و همچنین مواد معدنی مختلف نظیر آهن، کلسیم، فسفر، سلنیوم، ید و ... منبعی غنی محسوب می‌شود (لاسلو و همکاران، ۱۳۸۴).

۶-۱- ویژگیهای اختصاصی ماهی سیم *Abramis brama orientalis*

شکل ۱.۱. ماهی سیم *Abramis brama orientalis*

پراکنش در حوضه دریای خزر و دریاچه پشت سد ارس و بیشترین فراوانی در دریاچه پشت سد ارس است. دارای دندان حلقی یک ردیفی (۵-۵ یا ۵-۶) است، بیشینه درازا ۴۷ (میانگین ۱۸) سانتی متر و بیشینه وزن این ماهی ۱۷۰۰ (میانگین ۱۵۰) گرم است، بدن پهن و از دو پهلو فشرده است و از فلس هایی با اندازه متوسط پوشیده شده است؛ شکم در عقب باله های لگنی قرار داشته و واجد کیل است؛ کیل فاقد فلس است؛ باله

مخرجی طویل است و ۲۸ – ۲۳ شعاع شاخه شاخه دارد؛ دهان نیمه پایینی است. پیشروی در رودخانه ها به منظور تخم ریزی یا خواب زمستانی انجام می شود؛ خواب زمستانی به صورت دسته جمعی در چاهک های رودخانه ها صورت می گیرد؛ به همین خاطر به راحتی صید می شوند؛ تغذیه از سخت پوستان، نرم تنان و نوزاد حشرات آبی صورت می گیرد؛ ماهی سیم در سه سالگی بالغ می شود؛ تخم ریزی از اواسط ماه مارس تا نیمه اول ژوئن صورت می گیرد؛ یک ماهی سیم ۲/۵ کیلویی تا ۱۴۰۰۰۰ تخم تولید می کند (ستاری، ۱۳۸۲).

بچه ماهیان سیم به صورت دسته هائی در نزدیکی سواحل یافت می شوند و از پلانکتون ها تغذیه می کنند. ماهیان مسن تر با احتیاط تر بوده، در عمق دریاچه ها مشاهده می شوند. ماهی سیم برای جستجوی مواد غذایی به هنگام شب به طرف سواحل می آید. این ماهی، دهان خرطومی شکل خود را که براحتی به جلو و عقب می رود جهت جستجوی غذا در لجن کف دریاچه فرو می کند و آثار آن سوراخهائی است که پس از خشک شدن آبگیر یا محیط آبی در کف آن مشاهده می شود. مواد غذائی این ماهیان لارو حشرات، نرمتنان و Tubifex است. این ماهی تقریبا به طور عمودی قادر به جستجوی مواد غذایی در لجن می باشد و در آبهای کم عمق و ساکن به علت رقابت غذایی با سایر ماهیان بناچار از پلانکتون ها و گیاهان تغذیه می کند. به طور کلی این ماهی جزو ماهیان کم رشد است (مستجیر، ۱۳۷۹).

زمان تخمریزی برحسب درجه حرارت آب ماههای خرداد تا مرداد می باشد که در این زمان ماهیان بالغ به صورت دسته هائی به نقاط کم عمق که از گیاهان آبزی پوشیده است حرکت می کنند. هر ماهی نر برای جفتگیری، مرزی قائل است و برای محافظت از آن محل با سایر ماهیان متجاوز نیز به مقابله می پردازد. تخمریزی معمولا در طول شب و توام با سروصدا انجام می گیرد. تخمریزی ۲ – ۱ مرتبه در طول یک هفته تکرار می گردد و در نهایت تعداد تخمها به ۳۳۸ – ۹۲ هزار عدد می رسد (مستجیر، ۱۳۷۹).

این ماهی دارای ارزش اقتصادی است و به علت طعم خوب گوشتش مصرف آن معمول گشته و بخصوص ماهیانی که به وزن ۱ کیلوگرم مشتریان بیشتری دارند. صید ماهی سیم به وسیله تورهای ثابت، تله های مختلف و قلاب انجام می گیرد. ماهی سیم، مقاوم بوده، می توان آن را به طور زنده نیز حمل نمود. بعلاوه این ماهی از نظر صید ورزشی جالب توجه است و با اینکه به آهستگی به طعمه نوک قلاب نزدیک می شود مع الوصف مورد علاقه صیادان است (مستجیر، ۱۳۷۹).

ترکیب شیمیایی ماهی سیم :

ماهی به عنوان یکی از با ارزش ترین منابع غذایی به شمار می آید زیرا دارای پروتئین و ویتامین های مورد نیاز بدن، مواد معدنی و انواع اسیدهای آمینه که در مجموع یک ترکیب غذایی بسیار با ارزش را برای انسان به وجود می آورد. بافت های مختلف ماهی مانند هر موجود زنده دیگر از آب، پروتئین، مواد معدنی و ویتامین ها ساخته شده است، هرچند نسبت هر یک از این مواد در گونه های مختلف ماهی ها و فصول مختلف ممکن است متغیر

باشد اما تغییرات و اختلافات برخی از عناصر سازنده چندان زیاد نمی باشد. ترکیبات شیمیایی ماهی سیم نیز مانند سایر ماهیان از آب، پروتئین، مواد معدنی و ویتامین ها تشکیل شده است، که به طور مختصر در ذیل به آن اشاره می گردد (Kazancheev, 1981 و Anderson *et al.*, 1993).

جدول ۴.۱. درصد ترکیب شیمیایی ماهی سیم (Stepanowska *et al.*, 2008)

پروتئین	چربی	خاکستر	ماده خشک
۱۹/۳۶ ± ۰/۴۳	۵/۳۶ ± ۰/۵۲	۱/۳۷ ± ۰/۰۲	۲۵/۴۷ ± ۰/۷۴

۷-۱- کنسانتره پروتئین ماهی[4]

مصرف ماهی تازه به ویژه در کشورهای گرمسیری و نیمه گرمسیری عمدتاً به نوار باریکی در امتداد خط ساحلی و یا سواحل دریاچه‌ها و رودخانه‌ها محدود شده و بسیاری از انسان‌ها از این منبع غذایی با ارزش محروم هستند. چرا که استفاده از تسهیلات حمل و نقل سریع و مجهز به یخچال مستلزم صرف هزینه‌های بسیاری است. از طرفی با توجه به امکان فساد سریع ماهی تازه، شرایط نگهداری آن بسیار حساس بوده و روش‌های ابتدایی نگهداری، خشک کردن در مقابل آفتاب، نمک سود کردن و دودی کردن ماهی نیز در صورت عدم رعایت شرایط صحیح در بخش‌های مختلف فرآوری، بسته‌بندی، انبارداری، حمل و نقل و توزیع باعث کاهش کیفیت فرآورده شده و ضایعات زیادی به همراه دارند (Lesson, 2005).

طبق گزارش FAO سالانه حدود ۹۱ میلیون تن انواع ماهی و نرم‌تنان صدف‌دار در سراسر جهان صید می‌شوند ولی تنها ۵۰ تا ۶۰ درصد آن‌ها به مصارف انسانی رسیده و حدود ۲۰ میلیون تن نیز تحت عنوان ضایعات دور ریخته می‌شوند(FAO, 2006).

در سال‌های اخیر فعّالیت در زمینه تهیه فرآورده‌های مناسب (نظیر کنسانتره پروتئین ماهی) به منظور استفاده در رژیم غذایی انسان بسیار مورد توجه قرار گرفته است. به عنوان مثال در سال ۲۰۰۱ میلادی در کشور نروژ حدود ۲۳۲۰۰۰ تن محصولات جانبی از ضایعات جانبی ماهی، تولید شده که حدود ۱۵/۵ درصد آن به مصارف انسانی رسیده است(Lesson, 2005).

۱-۷-۱- مروری بر تاریخچه تولید کنسانتره پروتئین ماهی

انسان از دیرباز به دنبال تولید کنسانتره پروتئین ماهی بوده است و کتیبه ای که از غاری در بمبئی پیدا شده است، سندی در این مورد می باشد. همچنین در سال ۱۸۷۶ میلادی نروژی ها بیسکوئیتی حاوی پودر ماهی تولید و عرضه کرده اند. می توان گفت که ایده تولید FPC به هیچ وجه جدید نیست ولی تنها در ۲۵ سال اخیر است که کوشش های بسیاری در راستای تولید آن انجام شده است (FAO, 2008). اما همچنان مشکلات بسیاری در این

[4] Fish Protein Concentrate(FPC)

زمینه باقی مانده است و تحقیقات برای یافتن راه هایی به منظور تولید و استفاده اقتصادی و موثر از FPC ضروری است. امروزه صنعت تولید FPC در حال ظهور می باشد و این وضعیت نشان از آن دارد که این محصول جایگاه درخور توجهی در بازار خواهد یافت (Stilling, 1998).

امروزه در کشورهای کانادا، ایالت متحده، نروژ، سوئد، مراکش، آفریقای جنوبی، شیلی، پرو و انگلستان تولید شده ولی هنوز یک عبارت مصطلح تجاری نیست. اخیراً یک طرح تولید روزانه ۱۵ تن FPC نوع A [۵] در ایالت متحده به انجام رسیده است ولی محصول آن به دولت جهت استفاده در برنامه های حمایتی فروخته می شود. از آنجایی که هنوز بازار پویایی برای FPC وجود ندارد نمی توان از آن به عنوان یک محصول تجاری نام برد، هرچند تولید کنسانتره پروتئین ماهی روندی ذاتاً تجاری است. بنابر این نظر قیمت قاطعی در مورد بهای FPC امکان پذیر نیست. البته واضح است که بهای آن به هزینه مواد اولیه به علاوه هزینه فرآوری آن مواد بستگی دارد. برآوردها بین ۱۵ تا ۵۰ سنت آمریکا به ازای هر پوند می باشد، که این قیمت در مقایسه با منابع پروتئینی بسیار مناسب است. قیمت FPC معادل نصف قیمت شیرخشک و یک بیستم بهای گوشت قرمز به ازای واحد وزن پروتئین می باشد (مبصر، ۱۳۸۶).

لازم به ذکر است که موسسه تحقیقات شیلات ایران در زمینه تولید کنسانتره پروتئین ماهی از ماهی کپور نقره ای اقدام نموده و در زمینه فرآوری آن در محصولاتی نظیر بستنی ماهی، اسنک ماهی، سوسیس ماهی، پنیر ماهی و ... گام برداشته و در این زمینه تحقیقات بسیار ارزشمندی را انجام داده است.

تولید کنسانتره پروتئین ماهی گران بوده و غالباً برای مصارف انسانی و یا کاربردهای بسیار خاصی که معمولاً به عنوان جایگزین‌ها در غنی سازی محصولات غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ماده یک منبع عالی از آمینواسیدهای با قابلیت هضم بالا می‌باشد، اما متأسفانه قیمت آن مصرفش را محدود می‌نماید. در صورتی که FPC با قیمت قابل مقایسه با مکمل‌های پروتئینی دیگر در دسترس باشد میتواند جایگزین آنها شود (FAO, 2001).

سازمان خوار و بار و کشاورزی ملل متحد (FAO)، FPC را هر نوع فرآورده پایدار از ماهی که برای مصرف انسانی تولید شود و میزان پروتئین آن از ماده اولیه بیشتر باشد، تعریف نموده و آن را به سه نوع تقسیم نموده است:

نوع A: پودری تقریباً بی‌بو و بی‌مزه که دارای حداکثر محتوای نهایی چربی معادل ۰/۷۵درصد باشد.

نوع B: پودری دارای بو و طعم ماهی و حداکثر محتوای چربی ۳ درصد می‌باشد.

نوع C: در واقع نوعی آرد ماهی معمولی است که در شرایط بهداشتی قابل قبولی تولید می‌شود.

سه نوع FPC ذکر شده در ظاهر شبیه به آرد ماهی می‌باشند ولی انواع دیگری از FPC وجود دارد که کاملاً متمایز از آرد ماهی بوده و از طریق هیدرولیز کردن پروتئین ماهی به‌وسیله آنزیم‌ها یا مواد شیمیایی دیگری تولید شده و فرآورده حاصل خمیری شکل می‌باشد (FAO، 2001). بیش از ۲۵ سال است که تلاش‌های گسترده‌ای در زمینه

---

[۵] پودری تقریباً بی‌بو و بی‌مزه که دارای حداکثر محتوای نهایی چربی معادل ۰/۷۵درصد باشد

تولید FPC صورت می‌گیرد و تنها در چند سال اخیر بسیاری از مسائل و مشکلات تکنیکی تولید FPC در مقیاس وسیعی حل شده است.

کنسانتره پروتئین ماهی را از هر نوع ماهی و یا ضایعات صیادی می‌توان تولید نمود (FAO، 2001). با این که روش‌های متنوعی برای تولید FPC وجود دارد، اکثر آنها بر پایه و اساس عصاره گیری از ماهی کامل با استفاده از حلال به منظور حذف چربی‌ها و آب استوار هستند. FPC تهیه شده از گونه‌های متنوع و با روش یاد شده حاوی ۷۵ تا ۹۵ درصد پروتئین با کیفیت بالا می‌باشد (Stillings, 1971). لازم به ذکر است که سازمان خوار و بار جهانی (FAO) میزان پروتئین FPC را ۶۵ الی ۸۰ درصد بیان کرده است (مبصر، ۱۳۸۶).

بدیهی است که میزان پروتئین نهایی FPC وابسته به دو عامل ماده اولیه و روش تولید می‌باشد (FAO، 2001). برخی از روش‌های عصاره گیری به وسیله حلال خصوصیات کاربردی FPC را محدود می‌نماید؛ از این رو روش‌های جدید در حال توسعه بوده و شامل استفاده از آنزیم‌ها، حلال‌های گوناگون و یا مخلوط آنزیم‌ها و حلال‌ها می‌باشد و تولیدات بعضی از این روش‌های جدید، خواص کاربردی بهتری دارند (Stillings, 1971). از آنجایی که درصد چربی در FPC کمتر از ۱ ٪ است، مشکل بوی ماهی که در موارد خوراکی مورد توجه است جزئی می‌باشد (FAO، 2001). البته هر چه روغن یا چربی بیشتری در محصول نهایی وجود داشته باشد در هنگام اکسیداسیون و تند شدن چربی‌ها طعم و بوی تند و قویتری در FPC ایجاد می‌گردد (FAO، 2001). مواد غذایی خام و فرآوری نشده معمولاً حدود ۲۰ درصد پروتئین دارند، در حالیکه FPC به حالت کنسانتره بوده و بالغ بر ۸۰ درصد پروتئین دارد. کیفیت پروتئین آن بالا است و یا به عبارت دیگر آمینواسیدهای پروتئین FPC در توازن درستی برای تغذیه انسان قرار گرفته‌اند. البته مواد غذایی دیگر مانند غلات نیز ممکن است مقدار مطلوبی پروتئین داشته باشند، اما اغلب آنها در یک یا چند آمینواسید ضروری برای رشد انسان نقص دارند (مبصر، ۱۳۸۶). چنین محصولی را می‌توان برای بهبود ارزش غذایی غذاها بدون ایجاد تغییرات محسوسی در خصوصیات دیگر آنها مورد استفاده قرار داد (Stillings, 1971).

در مورد توانایی FPC برای حل مشکلات غذایی جهان باید گفت که نه تنها FPC بلکه هیچ یک از منابع پروتئینی دیگر نیز نمی‌توانند این مشکل را حل نمایند، مگر اینکه رشد جمعیت کاهش یابد. در آینده‌ی نزدیک بعید به نظر می‌رسد که منبع پروتئینی منحصر به فردی (مانند FPC) بتواند حلال چنین مشکل پیچیده‌ای باشد و همچنین باید توجه داشت که مشکلات تغذیه‌ای جهان در غالب موارد، محدود به پروتئین نمی‌باشد هرچند که پروتئین‌ها بسیار اهمیت دارند. به هر حال FPC می‌تواند نقشی موثر در کاهش فقر پروتئینی در بخش‌هایی از جهان که جمعیت کثیری از سوء تغذیه رنج می‌برند ایفا کند. مطالعات تغذیه‌ای نشان داده‌اند که افزودن FPC به جیره غذایی اثر مفیدی دارد و هیچ شبهه‌ای در این مطلب وجود ندارد. استفاده از آن به ویژه برای رشد کودکان و مادران باردار یا شیرده فوق العاده سودمند است (FAO، 2001).

۲۰ گرم FPC در روز، پروتئین مورد نیاز یک کودک را تأمین خواهد کرد. یک طرح کوچک تولید FPC که روزانه ۵۰ تن ماهی خام را فرآوری نماید، می‌تواند FPC کافی برای ۷۵۰ هزار کودک را تأمین کند. البته در برخی از مناطق دنیا که ماهی بسیار فراوان است شاید توسعه صنایع سنتی شیلات و ماهی گیری برای برآوردن پروتئین مورد نیاز، منطقی‌تر به نظر رسد و استفاده از FPC محدود به مصارف ضروری گردد (مبصر، ۱۳۸۶).

۲-۷-۱- آرد ماهی[6]

حدود ۲۰ درصد از بخش خوراکی ماهی را پروتئین تشکیل می‌دهد که با تولید FPC می‌توان به نحو مطلوبی از این منبع پروتئینی استفاده نمود. فرایند تولید FPC از حدود یک قرن پیش آغاز شده و تا کنون پیشرفت های زیادی در این زمینه حاصل شده است. البته در ابتدای امر فرآورده تولید شده تحت عنوان آرد ماهی صرفاً به منظور تغذیه حیوانات مورد استفاده قرار می‌گرفت و با آن شرایط تولید و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاص به دلایل زیر، قابلیت استفاده در رژیم غذایی انسان را نداشت (FDA, 2006):

۱. آرد ماهی شدیداً حاوی طعم و بوی ماهی بوده، به گونه‌ای که استفاده از آن در فرآورده‌های غذایی مورد قبول مصرف‌کنندگان نیست.
۲. به علت داشتن چربی زیاد این فرآورده ماندگاری بسیار پایینی داشته و پس از مدت کوتاهی دچار فساد می‌شود.
۳. در روند تولید آن موازین بهداشتی به طور کامل رعایت نشده و در نتیجه فرآورده تولید شده از کیفیت میکروبی مناسبی به جهت استفاده انسان برخوردار است.

علاوه بر موارد فوق اندازه ذرات آرد ماهی در مقایسه با FPC درشت‌تر بوده و میزان خاکستر آن نیز بیشتر است. از نظر رنگ و بافت هم آرد ماهی برخلاف FPC چندان یکنواخت نیست.

۳-۷-۱- سایر ترکیبات شیمیایی FPC

در مبحث فوق به میزان پروتئین و چربی FPC اشاراتی شد. در این قسمت در مورد سایر ترکیبات شیمیایی کنسانتره پروتئین ماهی مطالبی ارائه می‌گردد:

جدول ۵.۱. ترکیب اسیدهای آمینه و میزان آنها برحسب درصد از پروتئین خام (FAO، 2001).

اسیدآمینه	لیزین	متیونین	فنیل‌آلانین	تریپتوفان	تیرامین	والین	آرژنین	سیستئین	گلایسین	هیستیدین	لوسین
مقدار ٪	۹/۰	۳/۷	۴/۷	۱/۵	۳/۹	۶/۱	۶/۴	۱/۰	۵/۶	۲/۵	۸/۵

[6] Fish meal

جدول ۶.۱. درصد مقدار محتوای مواد معدنی کنسانتره پروتئین ماهی به کل وزن خاکستر (FAO، 2001).

روی	منگنز	سدیم	آهن	پتاسیم	منیزیوم	فسفر	کلسیم
۶۲-۱۹۲	۳۲-۱۲۹	۰/۱۸ -۰/۲۲	۰/۰۳ -۰/۴۴	۰/۳ -۰/۷	۰/۱ -۰/۲	۲/۳ -۲/۹	۳/۶ -۵/۱

مقدار در دسترس اسیدآمینه لیزین در FPC تهیه شده از ماهی hake (*Merluccius gayi*) به روش Spray-dried hydrolysate ۸/۹ درصد به دست آمده است (Shahidi, 1995).

۴-۷-۱- تولید کنسانتره پروتئین ماهی (FPC)

رشد تکنولوژی تولید کنسانتره پروتئین ماهی بصورت صنعتی در ۲۵ سال اخیر بوده که کوشش‌های بسیاری در رفع مشکلات در تولید این فرآورده بوده است (FAO، 2001).

مواد اولیه مورد نیاز جهت تولید FPC

ماده خام اولیه جهت تولید FPC می‌تواند ماهی تازه‌ای از هر نوع و گونه و به هر اندازه‌ای باشد و حتی از آرد ماهی نیز می‌توان FPC تولید نمود. مراقبت‌هایی که از ماهیان مورد نظر برای تولید FPC در وسیله‌های صیادی صورت می‌گیرد، حداقل باید مشابه زمانی باشد که محصولات صید شده را برای مصرف معمول درنظر دارند. طبیعی است که باید ماهی را پس از صید در یخ قرار دهند. لازم به تذکر می‌باشد که نگهداری ماهی در یخ حداکثر به مدت ۸ روز، لطمه‌ای به ارزش غذایی محصولات صید شده نخواهد زد. کارخانه باید حداکثر تا ۴۸ ساعت پس از دریافت مواد اولیه، فرآیند تولید را شروع کند؛ البته ارجح است که ظرف مدت ۱۲ ساعت پس از دریافت ماهیان، کارخانه اقدام به تولید نماید.

در پاره‌ای از مناطق اقیانوس‌ها ذخایر بهره برداری نشده بزرگی وجود دارد که می‌تواند ذخیره مناسبی جهت تولید FPC باشد. در برنامه‌های تولید FPC در مقیاس بزرگ، احتمال رقابت بر سر مواد اولیه با صنعت تولید آرد ماهی وجود دارد. زیست شناسان معتقدند که برداشت سالانه جهان از ماهیان دریا می‌تواند ۲ تا ۳ برابر افزایش یابد، البته بخش اعظمی از مقدار افزوده شده را می‌توان از گونه‌هایی که عموماً مصرف نمی‌شوند و تولید FPC از آنها امکان پذیر باشد، تأمین کرد.

کیفیت مواد اولیه استفاده شده درتهیه FPC بر کیفیت آن تأثیر می‌گذارد و در صورتی که از مواد فاسد استفاده شود، میزان هیستامین، دی متیل آمین و تری متیل آمین در محصول نهایی بالا خواهد بود. میزان بالای هیستامین در آرد ماهی سبب فساد تدریجی و تحلیل سنگدان و استفراغ سیاه در طیور تغذیه شده با آن می‌گردد (FAO، 2001).

۸-۱- مراحل تولید و تهیه FPC

برای تولید FPC چندین روش وجود دارد که تفاوت آنها در نحوه تولید، دما و درجه حرارت در پروسه تولید و مواد شیمیایی یا طبیعی مورد استفاده جهت استخراج چربی‌ها که عمدتاً حلال‌هایی از جمله الکل می‌باشد؛ حلال‌هایی که تاکنون برای تولید FPC استفاده شده‌اند شامل الکل‌های اتانول و پروپانول (ایزوپروپانول الکل) و به طور محدودی از اسیدها، آنزیم‌ها و یا مخلوطی از آن دو می‌باشد. شایان ذکر است که استفاده از آنزیم سبب هیدرولیز پروتئین‌ها و ارائه محصولی با قابلیت هضم و جذب بهتر می‌گردد. طبیعتاً بسته به روش تولید، ترکیبات شیمیایی محصول متفاوت خواهد بود. برخی از روش‌های تولید FPC به شرح زیر می باشد(FAO, 2001).

۱-۸-۱- تولید FPC با روش ارائه شده توسط FAO

این روش مطمئن‌ترین طرز تهیه FPC می‌باشد و محصولی با کیفیت و دارای ارزش غذایی بالا جهت مصرف انسان ارائه می‌کند. در متن چاپ شده توسط FAO نحوه ساخت FPC انواع A و B شرح داده شده است و از آنجایی که پروسه تولید FPC نوع C مشابه آرد ماهی بهداشتی می‌باشد به آن نپرداخته‌اند. آب و چربی در مجموع ٪۸۰ از وزن ماهی کامل را تشکیل می‌دهند، در حالی که در برخی گونه‌ها چربی به تنهایی حداکثر تا ٪۲۰ را به خود اختصاص می‌دهد. ساخت FPC شامل زدودن بخش اعظم آب و قسمتی از چربی یا کل آن می‌باشد. روش‌های توسعه داده شده غالباً براساس استفاده از حلال‌های شیمیایی جهت زدودن آب، چربی و ترکیبات ایجاد کننده رایحه و طعم ماهی می‌باشند؛ چه هدف، تولید از ماهی خام باشد و چه از آرد ماهی. حلال‌هایی که در ساخت FPC برتر شناخته شده‌اند، الکل‌ها می‌باشند که عمدتاً اتانول یا پروپانول می‌باشد، گاهی نیز از اتیلن دی کلراید استفاده شده است. انتخاب بین اتانول و پروپانول بر اساس قیمت و در دسترس بودن صورت می‌گیرد ، معمولاً حلال بازیابی شده و مجدداً به دفعات مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در مورد این روش شایان ذکر است که ماده جامد (FPC) و حلال، درون دستگاه‌های تغلیظ در جهت عکس یکدیگر حرکت می‌کنند؛ در نتیجه حلال با حرکت از دستگاه تغلیظ به وسیله چربی و آب آلوده‌تر شده، در حالی که FPC با گذر از مسیر عکس، آب و چربی از دست می‌دهد. چربی قابل بازیابی از حلال بوده و حلال مجدداً قابل استفاده است. هدر رفتن حلال در هر وعده تولید، ٪۱ مقدار مصرف شده می‌باشد (FAO, 2001).

در گذشته مشکلاتی در خصوص بازیافت حلال و چربی وجود داشته که در حال حاضر بخش اعظم آنها حل شده است. لازم به ذکر است که بافت FPC تولید شده به روش فوق تا حدی مشابه بافت گچ می‌باشد و حل این مشکل دشوار است ولی آنچه به نظر می‌رسد آن است که رفع آن می‌تواند در توسعه مصرف FPC، به عنوان یک ماده غذایی، کمک کننده باشد (مبصر، ۱۳۸۶). در مقایسه‌ای که بین حلال‌های ایزوپروپانول الکل و اتانول در دمای استخراج ۷۵°C توسط McPhee (1972) انجام شده، نتایج نشان داده‌اند که به طور قطع ایزوپروپانول بهترین حلال برای این سیستم است.

به گفته Drozdowski (1969) استخراج چربی از ماهیان چرب مانند هرینگ به طریق فرآیند Halifax (روش شیمیایی) جهت تولید کنسانتره پروتئین ماهی با استفاده از ایزوپروپانول الکل(IPA) حقیقتاً کامل شده است. بنابر تحقیقات وی بیشترین بخش چربی در مرحله اول استخراج حاصل می‌شود و می‌توان با سرد کردن فاز مایع ایجاد شده، تری گلیسیریدهای با کیفیتی به دست آورد؛ تحت شرایط محیطی معینی از عصاره استخراج شده در مرحله دوم نیز می‌توان این روغن‌ها را بازیافت نمود. فسفولیپیدها بدون کاهش کیفی بارزی به همراه اسیدهای آمینه آزاد استخراج می‌شوند و بیشتر در فاز مملو از IPA مرحله اول استخراج یافت می‌شوند. چربی‌های باقیمانده در FPC مشابه چربی‌های ابتدایی ماهی می‌باشند.

۲-۸-۱- تولید FPC با پختن ساده و استفاده از پرس

این روش، مشابه تولید آرد ماهی می‌باشد و طبیعتاً FPC تولید شده از نوع C خواهد بود. این روش توسط Borquez و همکارانشان (1997) با استفاده از ماهی مکرل تازه و به منظور مطالعه وضعیت اسیدهای چرب در زمان خشک کردن FPC به کار برده شده است.

ابتدا ماهیان تازه را به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۹۵°C پخته سپس مواد پخته شده را در یک پرس هیدرولیکی دارای پیستون و از جنس فولاد زنگ نزن قرار داده و با جدا کردن مواد دلمه شده از مواد مایع، غلظت پرس کیک را به ۵۰۰ گرم بر کیلوگرم رساندند. در تحقیق یاد شده، میانگین ترکیبات پرس کیک حاصل در جدول ۳.۳ ارائه شده است.

جدول ۷.۱. میانگین ترکیبات کیک فشرده شده در تولید FPC به روش پختن ساده و استفاده از پرس (Borquez, 1997)

نوع ترکیب	مقدار بر حسب g/kg
وزن خشک کل	۴۶۹
پروتئین	۳۶۷
چربی	۸۵
خاکستر	۱۷

بعد از آماده شدن کیک فشرده شده، آن را به وسیله یک خردکن پر سرعت خرد نموده و پس از آن می‌توان محصول را با استفاده از آون با درجه حرارت ۷۵°C و به زمان مورد نیاز (۱۶۰-۹۰ دقیقه)، یا با استفاده از یک دستگاه خشک کن با انجماد (freeze-dryer) در فشار ۰/۱ میلی بار و به مدت ۲۴ ساعت و یا با بهره‌گیری از دستگاه خشک کن bed-dryer دارای جریان هوا با شرایط، درجه حرارت ۸۰°C—۶۰، اندازه ذرات mm ۲-۱ و سرعت هوای m/s ۳ خشک نمود. در اینجا محصول خشک شده قابل بسته‌بندی و نگهداری خواهد بود. لازم به ذکر است که افزودن آنتی اکسیدان (اتوکسی کوئین) قبل از پروسه خشک کردن می‌تواند مفید باشد.

۳-۸-۱- تولید FPC با استفاده از آنزیم و یا مواد شیمیایی دیگر:

در این بند به علت محدود بودن منابع موجود در این زمینه، به ناچار تنها به ذکر خلاصه‌ای از دو روش ارائه شده توسط Shahidi (1995) اکتفا شده است. برای تولید می‌توان از گونه‌هایی که کمتر به مصرف می‌رسند مانند کاپلین، هرینگ و مکرل بهره جست.

استفاده از نمک طعام و $NaHCO_3$:

در این روش باید ابتدا ماهیان را خرد و سپس با محلول آب به همراه ۰/۵درصد نمک طعام و ۰/۵ درصد $NaHCo_3$ شستشو داد. سپس گوشت‌های شسته شده را در مقدار برابر آن ها آب که می‌تواند حاوی مقدار کمی $HOAc$[۷] باشد، غوطه‌ور نمود. پس از مدتی محلول پروتئین تهیه شده که در برابر حرارت مقاوم می‌باشد را آبگیری کرده و کنسانتره مورد نظر به دست می‌آید (تحقیقات جهاد مهندسی خراسان در ماهی کیلکا، ۱۳۷۰).

استفاده از آنزیم:

پیش از شروع فرآیند تولید، باید استخوان‌های ماهی را جدا کرد. سپس با افزودن آنزیم هیدرولیز موجب تولید محلول پروتئین رنگ زدایی شده می‌گردد و پس از آبگیری کنسانتره‌ای با ویژگی‌های کاربردی جالب توجهی که قابل استفاده جهت مصارف متنوعی از جمله تقویت کننده در فرمول‌های غذایی است، حاصل می‌شود (تحقیقات جهاد مهندسی خراسان، ۱۳۷۰).

همانطور که مشاهده شد، روش‌های متنوعی جهت تهیه FPC وجود دارد، اما ذکر این نکته ضروری است که اختلافات قابل ملاحظه‌ای بین کنسانتره پروتئین ماهیان مختلف وجود دارد و میزان هیدرولیز آنزیمی هنگام عدم استفاده از اسید ۶۱-۴۳/۷ درصد و هنگام استفاده از اسید ۶۷/۹-۵۴ درصد می‌باشد (FAO، 2001).

۴-۸-۱- کیفیت پروتئین تولید شده

همانطور که می‌دانید، پروتئین و اسیدهای آمینه آن برای ساختمان سلول‌ها، کارکرد مقاومتی صحیح آنتی بادی‌ها در مقابل عفونت‌ها، تنظیم فعالیت هورمون‌ها و آنزیم‌ها، رشد و ترمیم بافت‌های بدن ضروری می‌باشند. همچنین پروتئین به عنوان یک ماده اولیه در صنایع غذایی نیز کاربرد دارد (Bardócz , 1995).

پروتئین جانداران دریایی دارای مقادیر بالایی از اسیدهای آمینه ضروری است. حفظ و توسعه ارزش غذایی و ویژگی‌های کاربردی این مواد وابسته به انجام صحیح و اصول عملیات صید، حمل و نقل و فرآوری می‌باشد (Branden , 1999).

[7] An abbreviation of the chemical compound of Acetic acid.

حرارت دهی بیش از حدی که در پروسه تولید کنسانتره پروتئین (معمولاً آرد ماهی) رخ می‌دهد موجب تنزل ویژگی‌های کاربردی می‌گردد. چنین فرآورده‌هایی را تنها می‌توان به عنوان بخشی از غذای حیوانات به کار گرفت که البته به طور کامل جذب نمی‌گردند..

کیفیت محصولات غذایی خشک شده (حرارت دیده) به واکنش‌های شیمیایی که حین تولید و نگه‌داری رخ می‌دهد، بستگی دارد. در صورتی که پروتئین‌ها بیش از اندازه حرارت ببینند، ساختار اسیدهای آمینه تغییر خواهد کرد. در نتیجه پروتئین به سادگی هضم و جذب نمی‌شود (FAO، 2001).

در منابع گزارش شده است که حرارت دهی بیش از اندازه در تولید شیر خشک بدون چربی نه تنها قابلیت هضم اسید آمینه لیزین را کاهش می‌دهد، بلکه در مورد اسیدهای آمینه متیونین، فنیل‌آلانین، هیستیدین و سیستین نیز این اتفاق می‌افتد. به طور مثال حرارت دهی بیش از حد، اثرات کاهشی شدیدی بر قابلیت هضم پروتئین پودر شیر کم چرب در جیره غذایی موش داشته که باعث شده رشد طبیعی انجام نپذیرد (Ershoff, 1970).

حرارت دهی بیش از حد همچنین به دلیل دناتوره کردن پروتئین و کاهش در دسترس بودن اسیدهای آمینه ضروری که اغلب رخ می‌دهد، موجب کاهش در دسترس بودن پروتئین می‌گردد. این رخداد، کیفیت و ارزش غذایی پروتئین غذا را تحت تأثیرات منفی شدیدی قرار می‌دهد. کاهش دسترسی سیستین، لیزین، آرژنین، ترئونین و سرین در منابع پروتئینی مختلف به عنوان نتیجه تیمارهای گرمایی گزارش شده است. این مطلب که اسید آمینه در درجه حرارت بالا با کربوهیدرات‌ها از جمله گلوکز تشکیل کمپلکس می‌دهد، تا حد زیادی در مورد لیزین صدق می‌کند. این فرآیند را واکنش میلارد می‌نامند و سبب ممانعت از فعالیت بسیاری از آنزیم‌ها از قبیل تریپسین، پپسین، کربوپپتیداز A و آمینوپپتیداز N می‌گردد (Bardócz , 1995).

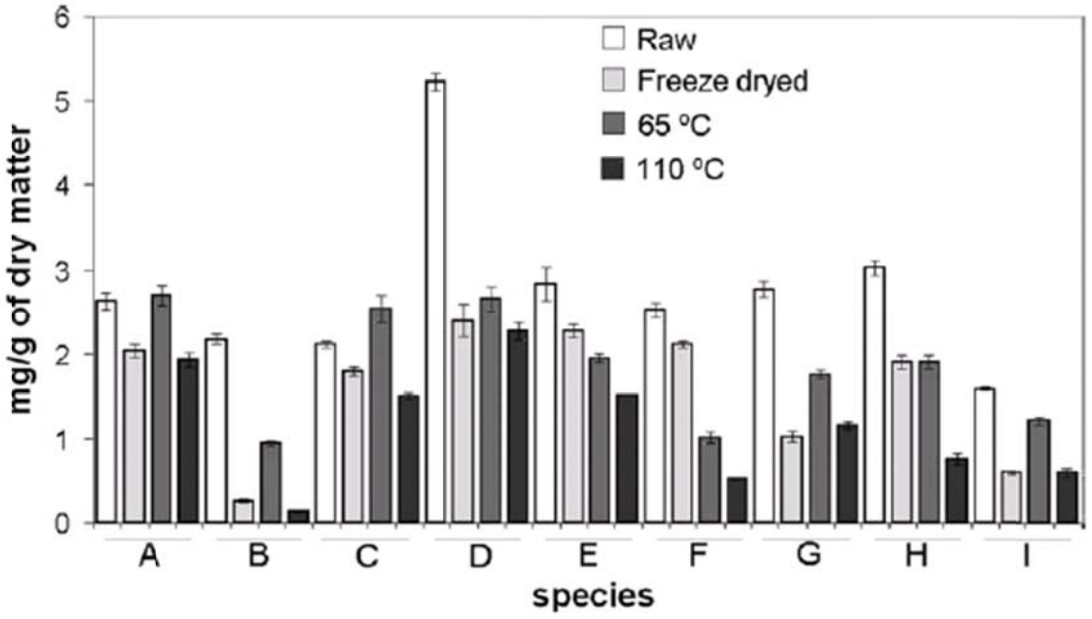
به دلیل قابلیت هضم کم FPC های تولید شده با حرارت بیش از حد، کشورهایی مثل نروژ سیستم‌های تولید آرد ماهی با حرارت پایین را برای ساخت غذاهایی با ارزش غذایی بالا، به منظور تغذیه ماهیان با ارزش مانند سالمون، توسعه داده‌اند (Ershoff, 1970).

حرارت بالا موجب کاهش کیفیت غذایی، کاهش و حتی از بین بردن ارزش زیستی و کاربردی پروتئین‌ها می‌گردد (Barrett and Elmore, 1998).

در ادامه به بیان نتایج تحقیقی که بر روی کیفیت پروتئین موجود در کنسانتره پروتئین تهیه شده از ۹ گونه ماهی که بخش اعظم صید ضمنی را در صید تجاری میگو در مکزیک تشکیل می‌دهد، به همراه نحوه تولید و اطلاعات پرداخته می‌شود (Ershoff, 1970).

۵-۸-۱- حلالیت پروتئین با توجه به فعالیت آنزیم های پروتئولیتیک

حلالیت پروتئین در زمینه ویژگی‌های کاربردی فرآورده‌های آبگیری شده، در درجه اول اهمیت قرار دارد. محلولیت پروتئین کنسانتره‌های پروتئین تهیه شده، وابسته به گونه بوده و این خصوصیت در گونه‌های مختلف پس از خشک شدن در نمودار ۱.۱ نشان داده شده است (FAO, 2001).



نمودار ۱.۱. میزان محلولیت پروتئین نمونه‌های تهیه شده از گونه‌های مختلف در تحت شرایط مختلف (Cordova Murueta, 2007)

همانطور که مشاهده شد، خشک کردن بر محلولیت پروتئین تأثیر گذارده و در مجموع، نمونه‌های خام محلولیت پروتئین بالاتری را ارائه می‌دهند. محلولیت با افزایش درجه حرارت خشک کردن کمتر شده ولی این اتفاق در تمامی گونه‌ها عمومیت ندارد. از آنجایی که آبگیری به طریق گرم کردن یا به وسیله انجماد، به دناتوراسیون پروتئین‌ها کمک می‌کند احتمال وقوع پاره‌ای تغییرات وجود دارد. این تغییرات می‌تواند به دلیل تبدیل ساختار مولکول به ساختارهای غیر از ساختارهای اولیه آن باشد. نشانه‌های دناتوراسیون پروتئین به شکل تغییر در محلولیت آن بروز می‌کند(Ershoff, 1970).

۶-۸-۱- ماندگاری FPC و تغییراتی که در حین نگهداری در آن رخ می‌دهد :

FPC در تعریف به عنوان ماده‌ای پایدار توصیف می‌شود؛ اصطلاح پایدار از این رو بیان شده که آزمایشات انجام شده هیچ تغییری در ویژگی‌های کیفی آن، زمانی که در قوطی‌های فلزی بدون منفذ بسته بندی شده بود و در

دمای ۲۷°C به مدت ۶ ماه نگهداری گردید، مشاهده نشده است. برخی از FPC هایی که امروزه ساخته می‌شوند به طور قطع می‌توانند به این استاندارد ثبات و پایداری دست یابند (FAO, 2001).

FPC یک منبع ارزان پروتئین حیوانی با کیفیت بالا می‌باشد. از این رو می‌توان آن را به عنوان یک مکمل پروتئینی به منظور افزایش ارزش غذایی در غذاها به کاربرد، کارهای قابل توجهی در مورد توسعه روش‌های تولید FPC و به کارگیری آن در غذاهای مختلفی صورت گرفته است ولی متأسفانه اطلاعات نسبتاً کمی در مورد پایداری FPC حین ذخیره سازی در شرایط متنوع محیطی موجود است (Rasekh, 1971).

زدودن کامل حلال از FPC نیز گاهی دشوار است. در اینجا باید به این نکته توجه داشت که اگر ترکیبات ایجاد کننده رایحه و طعم ماهی به همراه چربی برداشته شوند، فرآورده تولیدی بدون طعم و مزه خواهد بود؛ در حالیکه تعدادی از مصرف کنندگان به دنبال فرآورده‌ای می‌باشند که فاقد چربی بوده ولی دارای بو و مزه ماهی تازه باشد. مسئله اصلی در مورد FPC چرب، پیشگیری از فساد و تند شدن چربی‌های آن است؛ چربی اکسید شده از نظر ارزش غذایی نامطلوب بوده و به واسطه بو و مزه نامطبوع مورد پسند مصرف کنندگان نخواهد بود (مبصر، ۱۳۸۶).

مشکلات تولید و نگهداری FPC با نوع آن در ارتباط است. برای FPC نوع A با محتوای چربی پایین، مشکل اصلی برگشتن طعم آن می‌باشد؛ چرا که حین نگهداری، بو و طعم ماهی (یا آردماهی) در محصول ایجاد می‌شود.

یکی دیگر از مسائل مربوط به نگهداری FPC، جذب رطوبت می‌باشد. Goldmintz (1970) گزارش داده است که FPC نگهداری شده در رطوبت نسبی (RH) ٪۸۴ و دمای ۳۵°C با محتوای رطوبت ٪۱۶ امکان رشد فعال قارچی و کپک زدن را تأمین می‌کند (Rasekh, 1971).

بنابر مطالب یاد شده، با تقسیم مسائل مربوط به ماندگاری FPC به دو قسمت جذب سطحی رطوبت و تغییرات چربی‌های آن به خصوص اسیدهای چرب سری n-3، سعی شده این بعد که کمتر مورد توجه بوده، بررسی شود.

۷-۸-۱- جذب سطحی رطوبت توسط کنسانتره پروتئین ماهی در درجه حرارت و رطوبت‌های نسبی مختلف

اهمیت محتوای رطوبت هر ماده غذایی خشک و آبگیری شده در ارتباط مستقیم با حفظ کیفیت و پایداری آن حین ذخیره‌سازی می‌باشد. مقدار آب موجود در یک ماده غذایی به میزان جذب و یا دفع آب توسط این محصول در شرایط مختلف محیطی بستگی دارد. نرخ درصد فشار بخار بر یک محتوای رطوبت معین به فشار آب- بخار آب خالص در یک شرایط محیطی مشخص را ERH (رطوبت نسبی متعادل یا متوازن) گویند. این مقدار برابر مقدار آب در دسترس موجود یا همان فعالیت آبی (water activity) است و بر پایداری غذاهای خشک تأثیر می‌گذارد.

ERH یک ماده غذایی تعیین می‌کند که آن ماده در یک شرایط محیطی معین و مشخص، رطوبت را جذب نموده و یا از دست می‌دهد. این ویژگی بیشتر به تغییرات فیزیکی و شیمیایی در طول ذخیره سازی مربوط می‌باشد (Rasekh, 1971).

برخی محصولات غذایی بیشترین پایداری را توأم با میزان اپتیمم رطوبت ارائه می‌کنند، به عنوان مثال ماهی سالمون که freeze-dry شده باشد، در محتوای رطوبت ۵۰ درصد پایداری بالاتری را از خود نشان می‌دهد. همچنین کاهش محتوای رطوبت غذاهای خشک، واکنش Millard یا قهوه‌ای شدن که با فساد این غذاها همراه است را به تعویق می‌اندازد (Labuza *et al.*, 1970).

جذب سطحی رطوبت توسط FPC در طول ذخیره‌سازی به طور جامع بررسی نگردیده است.

۸-۸-۱- اثر نگهداری بر چربی‌های کنسانتره پروتئین ماهی

حضور اسیدهای چرب غیراشباع در محصولات خشک ماهی، دلیل زوال سریع اکسیداسیونی شناخته شده است. غذاهای دریایی دارای مقدار زیادی اسیدهای چرب غیر اشباع PUFA و مواد اکسید شدنی متنوعی از قبیل پروتئین‌های هم (heme proteins) و فلزات آزاد می‌باشد. اسیدهای چرب غیر اشباع PUFA ماهی و غذاهای دریایی بسیار سریع تجزیه می‌شوند ولی مکانیزم این اکسیداسیون کاملاً مشخص نشده است (Koller and Wolf, 1996).

۹-۸-۱- روش‌های مصرف FPC و فرآورده‌های تولید شده از آن

کنسانتره پروتئین ماهی پودر پروتئینی پایدار و سالمی است که می‌تواند به عنوان یک مکمل غذایی ارزان به کار رود (Kvitka, 1982). ولی از آنجایی که FPC نوع A فاقد بو و مزه می‌باشد، مصرف آن به تنهایی مطبوع نیست (مبصر، ۱۳۸۶)؛ بنابراین مسئله اصلی در حقیقت یافتن راه‌هایی برای افزایش مصرف آن می‌باشد. FPC را باید به همراه مواد غذایی دیگر از قبیل نان، بیسکوئیت، انواع سوپ ها و یا کتلت‌ها و کوکوها به مصرف رساند و نکته مهم آن است که توجه شود مقدار FPC افزوده شده به غذا، به اندازه‌ای باشد که ویژگی‌ها و خصوصیات معمول آن غذا را تحت تأثیر قرار ندهد. تاکنون نتایج خوبی از ترکیب FPC با انواع ماکارونی، نوشیدنی‌های تهیه شده از شیر (میلک شیک)، سس، ماکارونی، غذای نوزاد، غذاهای رژیمی و صبحانه کودک به دست آمده است.

خوشبختانه این مشکل در مورد FPC هایی که دارای طعم و بوی ماهی می‌باشند، کمرنگ‌تر است. چرا که طعم و مزه حتی اگر به صورت فاسد نیز باشد، باز هم در برخی جوامع مورد پذیرش قرار می‌گیرد و کمابیش به مصرف خواهد رسید و یا می‌توان آن را به عنوان طعم دهنده در سوپ ها، کتلت‌ها و کوکوها به کار برد.

اطلاعات اندکی در زمینه مصرف FPC وجود دارد. در کشور فیلیپین در راستای طرح OTOP (One Town One Product) که یک طرح دولتی است، فرمانداری استان ایلویلو (Iloilo) به منظور حل معضل فراوانی کودکان درگیر با سوء تغذیه، اقدام به احداث کارخانه‌ای جهت تولید و تهیه فرآورده‌هایی از FPC نموده است. این

کارخانه FPC را از ماهی asuos تهیه و به همراه آب و دیگر ترکیبات در فرآورده‌هایی بر پایه FPC به کار می‌برد. محصولات این کارخانه شامل رشته یا ماکارونی ماهی، شیرینی ماهی، بیسکوئیت ماهی و پودر (Pulvoron) ماهی می‌باشد (FAO, 2001).

در زمینه مصارف خانگی FPC اطلاعات بسیار محدود است. در تحقیقی توسط Kvitka (1982) FPC به ۴ فرآورده قابل طبخ در منزل به منظور بررسی امکان بهره برداری از FPC جهت افزایش میزان پروتئین غذا با صرف هزینه کم، افزوده شده است. ۴ ماده شامل نان گندم کامل، نوعی کلوچه تهیه شده از گندم کامل، شیرینی تهیه شده با کره بادام زمینی و نوعی شیرینی دیگر با خرما و آجیل بوده و ارزیابی کیفیت و مورد پسند بودن آنها نشان داده شده است که فرآورده‌های طبخ شده خانگی را می‌توان با جایگزین کردن حداکثر ۵ درصد از آرد با FPC چنان غنی کرد که دارای کیفیت استاندارد و مقبول مصرف کنندگان باشد؛ استفاده بیشتر از FPC، به نوع فرآورده بستگی دارد.

Taha (1982) برای غنی کردن نان گندم، ۵ منبع پروتئینی شامل کنسانتره پروتئین دانه آفتابگردان، کنسانتره پروتئین سویا، آرد ماش، آرد سبوس برنج و FPC را به دو میزان ۵ و ۱۰ درصد به آن افزود. آنالیزهای شیمیایی نان غنی شده نشان داده‌اند که محتوای پروتئین ۱۶ تا ۶۲ درصد افزایش یافته است. ارزیابی‌های حسی شامل بو، رنگ ظاهر و خرده‌های نان، بافت، طعم و مورد پذیرش بودن بیانگر آن بود که استفاده از این مکمل‌ها به ویژه به میزان ۵ درصد مطلوب است.

در خصوص ماهیان تزئینی کارخانه Total tropics با استفاده از FPC، برای ماهیان دریایی، آنجل و ... غذاهای پولکی تولید می‌کند؛ به طور مثال غذایی پولکی تهیه شده از کریل، پلانکتون و اسپیرولینا که در آن FPC به همراه آرد ماهی و مواد دیگری به کاررفته و برای تغذیه ماهیانی که نیاز به تغذیه از غذاهای زنده دارند، با قیمتی کمتر قابل استفاده است. این غذا دارای ۴۱ درصد پروتئین خام، ۴ درصد چربی خام، ۷ درصد فیبر خام، ۸ درصد رطوبت و ۱۰ درصد خاکستر بوده و برای تغذیه ماهیان دیسکوس، اسکار و سایر سیچلایدها مطلوب می‌باشد (Kvitka, 1982).

۹-۱-کلوچه ماهی (Fish Patty)

گوشت چرخ شده ماهی فرصتهای زیادی برای آماده سازی محصولات جدید شیلاتی که درخور نیازهای طیف وسیعی از مشتریان علاقه مند باشد را ارایه می کند. تلاشهای اولیه جهت توسعه این محصولات منجر به تولید محصولاتی شد که از نظر بافت فقیر بودند. ترکیب گوشت چرخ شده ماهی با انواع مختلف افزودنی ها به عنوان روشی جهت افزایش کیفیت بافت استفاده شده است.

کلوچه ماهی غذایی است آماده که به راحتی طبخ می شود و تقاضای خوبی نیز دارد. (Segal *et al*, 2010).

فواید کلوچه ماهی عبارتند از : حداکثر استفاده از ماهی تازه، استفاده مناسب از مواد اولیه، امکان استفاده از چند گونه ماهی در محصول، فواید اقتصادی اجتماعی برای صیادان و صنعت شیلات، محصول با ارزش تغذیه ای و پروتئین بالا (Bello and Pigott, 1980).

برای تولید کلوچه ماهی، خمیر ماهی در دستگاه مخلوط کن با مواد افزودنی موردنیاز نظیر نمک، ادویه، پیاز، آرد، نشاسته، شکر و آب مخلوط می شود. سپس خمیر فرآوری شده به دستگاه قالب زنی هدایت می شود. قالب زنی به دو صورت دستی و ماشینی انجام می شود. سپس آن را سوخاری می کنند. در مرحله ی بعدی محصول سوخاری شده بعد از بسته بندی به بازار عرضه می کنند (، ۱۳۸۹)

۱۰-۱- پیشینه تحقیق

(۱۹۸۰) **Bello and Pigott** به بررسی قابلیت نگهداری و ملاحظات اقتصادی کلوچه ماهی خشک شده پرداخته و پایداری کلوچه در شرایط مختلف را بررسی کردند.

۱- (۱۹۸۳) **Rockower** و همکاران به بررسی اثر آرد، پروتئین تغلیظ شده سویا و سدیم آلژینات روی خصوصیات بافتی کلوچه ماهی تهیه شده از گوشت چرخ شده ماهیان پولاک و قزل آلا پرداختند، بیشترین میزان پذیرش مربوط به ترکیب ۷۸٪ قزل آلا، ۱۱٪ آرد سویا و ۱۱٪ پروتئین سویا بود.

۲- (۱۹۸۳) **Ahmed** و همکاران به بررسی اثرات نمک، تری پلی فسفات و آلژینات روی بافت و طعم کلوچه ماهی تولید شده از گوشت چرخ شده ماهی **Sheepshead** پرداخته و ترکیبی از مواد فوق که بیشترین میزان پذیرش را داشت ، به دست آوردند.

۳- (۱۹۸۵) **Burgin** و همکاران به بررسی اثرات نمک و تری پلی فسفات روی بعضی از خصوصیات کیفی کلوچه تهیه شده از گربه ماهی **Catfish** پرداخته و مقادیر مناسب از مواد فوق جهت طعم بهتر کلوچه را بدست آوردند.

۴- (۲۰۰۰) **Shuze Tang** و همکاران در تحقیقی که به منظور بررسی اثر آنتی اکسیدانی **catechin** چای روی اکسیداسیون چربی کلوچه ماهی انجام داد که به این نتیجه رسیدند که دارای اثر بازدارندگی می باشد.

۵- (۲۰۰۴) **Lo´pez-Caballero** و همکاران با بررسیهای میکروبی و شیمیایی دریافتند که پوشش کلوچه ماهی با استفاده از ترکیب کیتوسان و ژلاتین می تواند انتخابی مناسب باشد.

۶- (۲۰۰۷) **Kilinc** تغییرات کیفی کلوچه ماهی ساردین ***(Sardin Pilchardus)*** در طی نگهداری در شرایط منجمد را مورد بررسی قرار دادند.

۷- (۲۰۰۷) **Kilinc** در تحقیقی که به منظور بررسی تغییرات رنگ، حسی و میکروبیولوژیکی کلوچه ماهی آنچوی در طی فرآیند ذخیره در دمای ۴ درجه سانتیگراد انجام داد به این نتیجه رسید که تجزیه حسی و

میکروبیولوژیکی محصول تا روز پنجم قابل قبول می باشد و زمان ماندگاری محصول با استفاده از مواد آنتی میکروبی، آنتی اکسیدانها و بسته بندی مناسب قابل افزایش است.

۸- (۲۰۰۸) **Sehgal** در تحقیقی که به منظور بررسی کلوچه ماهی تولید شده از کپور هندی ***Labeo rohita*** انجام دادند، دریافتند که وزن ماهی و ماده افزودنی مورد استفاده در خصوصیات کیفی کلوچه ماهی تولید شده تاثیری ندارد.

۹- (۲۰۰۸) **Destura** و **Haard** به بررسی تولید کلوچه ماهی نیمه مرطوب تولید شده از گوشت چرخ شده **Rockfish** پرداخته و نسبت به معرفی فرمولاسیون مناسب اقدام نمودند.

۱۰- (۲۰۱۰) **Giménez** و همکاران دریافتند که فیلمهای حاوی دانه گل گاوزبان دارای اثر حمایتی روی اکسیداسیون چربی کلوچه ماهی تهیه شده از ماهی ماکرل می باشند.

۱۱- (۲۰۱۰) **Sehgal** و همکاران در تحقیقی به بررسی کیفیت ارگانولپتیکی، میکروبی و تغذیه ای کلوچه ماهی تهیه شده از کپور ماهی ***Cyprinus carpio Linn*** پرداختند و دریافتند که کلوچه ماهی تولید شده با استفاده از سیب زمینی دارای خصوصیات مناسب تری می باشد.

۱۳ - (۲۰۱۲) **Pablo R. Salgado** و همکاران اثر فیلمهای پروتئین آفتابگردان ترکیب شده با روغن میخک در نگهداری کلوچه ماهی ساردین را بررسی و به نتایج مثبتی در این زمینه دست یافتند.

۱۴- خوشخو (۱۳۸۷) تولید **FPC** نوع **A** از ماهی کیلکا و بررسی ماندگاری **FPC** تولید شده در دو نوع بسته بندی **Vaccum Packaging** و **Modified Atmosphere Packaging** در شرایط محیطی مختلف در مدت شش ماه را مورد بررسی قرار داد و نتیجه نشان داد که کلیه تغییرات در بسته بندی **MAP** بیشتر از **VP** می باشد.

۱۵- فلاح و همکاران (۱۳۹۰) ارزش غذایی پروتئین تغلیظ شده (**FPC**) استخراج شده از فانوس ماهی با ماده خام اولیه را بررسی نمودند. با توجه به نتایج بدست آمده **FPC** تولیدی از نظر بار میکروبی و بهداشتی شرایط بهتری نسبت به ماده اولیه داشته است. همچنین از نظر میزان پروتئین نسبت به ماده خام اولیه غنی تر است.

۱۶- در مورد میزان عناصر فلزی کرم، کبالت و نیکل، Langmyhr (1980) نحوه کار و نتایج را بدین صورت شرح می‌دهد که با استفاده از اسپکترومتری میزان عناصر فوق را در نمونه‌هایی از چهار نوع FPC و یک نمونه از محلول ماهی خشک شده به عنوان ماده استاندارد مرجع تعیین گردید.

ابتدا نمونه‌ها که وزنی بین ۰/۳ تا ۱۰ میلی گرم داشتند به وسیله تزریق کننده مخصوصی به ورودی کوره گرافیت تزریق شدند. سپس فلزات موجود در FPC ها در مقایسه با محلول ماهی خشک شده که به عنوان جامد استاندارد از آژانس بین المللی انرژی اتمی تهیه شده بود، اندازه‌گیری شد. میزان عناصر کرم، کبالت و نیکل برحسب قسمت در میلیون (ppm) به ترتیب بین ۱/۸ - ۰/۲، ۰/۳ - ۰/۰۷ و ۲/۸ - ۰/۷ برآورد شد و انحراف استاندارد نسبی ۵ تا ۱۶ درصد بود.

۱۷- تحقیقی توسط Zein (1984) بر روی FPC و آرد ماهی تولید شده از تیلاپیای رود نیل (*Tilapia nilotica*) صورت گرفته است که در این تحقیق کنسانتره پروتئین ماهی از تیلاپیای نیل تولید و با FPC تجاری و همچنین گوشت تازه ماهی تیلاپیای نیل مقایسه گردید. آرد ماهی نیز از لاشه ماهی تیلاپیای نیل تولید شد و با آرد ماهی تجاری و گوشت تازه آن ماهی مقایسه شد.

FPC تولید شده از ماهی فوق میزان پروتئین خام بالاتری را در مقایسه با نمونه تجاری آن نشان داد ولی مقدار چربی، خاکستر و کلسیم آن کمتر بود. در حالی که آرد ماهی تولید شده، خاکستر و فسفر بیشتری در مقایسه با آرد ماهی تجاری داشت؛ اما در مورد پروتئین خام، چربی، کلسیم و نمک طعام تقریباً یکسان بودند. FPC تولید شده از تیلاپیای نیل میزان بالاتری از اسیدهای آمینه لیزین، آرژنین، آسپارتیک اسید، گلیسین و گلوتامیک اسید را داشت و میزان کمتری از دیگر اسیدهای آمینه آزاد را شامل می‌شد. مقدار محصول به دست آمده ٪۱۲ برای FPC و ٪۱۹/۵ برای آرد ماهی بود. باکتری کلی فرم در FPC و آرد ماهی تولید شده مشاهده نشد.

محتوای کم رطوبت FPC و آرد ماهی برای جلوگیری از رشد میکروبی و رسیدن به قابلیت نگهداری مطلوب ضروری بود. FPC و آرد ماهی تولید شده از تیلاپیای نیل طی ۱۴۴ تا ۱۹۲ ساعت به موازنه رطوبتی رسیدند و افزایش وزن آنها متوقف گردید.

۲-مواد و روش کار

۲-۱- ابزار و دستگاه ها

دستگاه گوشت گیر Debooner مدل Baader آلمان ، ترازوی ohaus مدل Adventor pro AV 114 ساخت سوئیس، دسیکاتور ، بن ماری GFT- ساخت آلمان ، هیتر Pars Teb ، اسپکتروفتومتر JENWAY 6305 ، دستگاه کجلدال اتوماتیک مدل S4 ، دماسنج جیوه ، اتوکلاو ۵۰ لیتری شرکت Reyhan ted

انکوباتور یخچال دار TECH fan –ساخت ایران ، بوته چینی ، پیش سردکن، آسیاب ، خشک کن ، پلیت

دستگاه دوخت پلاستیک- ساخت ایران ، دستگاه Multi VAC –مدل A300/16–ساخت آلمان

دستگاه آون Memmert Germany– ساخت آلمان ، PH متر مدل Az86p3 ، دستگاه سوکسوله دیجیتال

۲-۲- مواد مصرفی آزمایشگاه

اسیدکلریدریک ، اکسیدمنگنز ، اسیدبوریک ۲٪ مرک آلمان ، معرف پروتئین ، یدور پتاسیم مرک آلمان

اکسید منیزیم مرک آلمان ، تیوسولفات‌سدیم ۰/۰۱ نرمال مرک آلمان ، متانول ، کلروفرم ۹۸٪ مرک

سود ، اتانول ، اسیداستیک ۳۷٪ مرک آلمان ، معرف فنل‌فتالئین ، کاغذ صافی بدون خاکستر (Ash less) واتمن ۴۲ ، آب ، معرف چسب نشاسته ، متیل رد ، برومو کروزول سبز ، تیو سولفات سدیم ، ان هگزن

ایزوپروپانول الکل(IPA) ، ماهی سیم سد ارس

تمامی مواد شیمیایی و حلال‌ها از شرکت مرک وبا بالاترین خلوص تهیه شدند.

۲-۳- روش کار

این تحقیق در بخش تحقیقات فرآوری آبزیان واقع در شهرستان بندرانزلی در سال ۱۳۹۳ انجام گردید.

۲-۴- تولید کنسانتره پروتئین نوع A از ماهی سیم

۲-۴-۱- مراحل تولید FPC نوع A از ماهی سیم

در تولید کنسانتره پروتئین ماهی ترکیبی از فرآیند های فیزیکی و شیمیایی مورد استفاده قرار گرفت. به منظور انجام این کار، در ابتدا ماهی سیم پس از صید (سد ارس – استان آذربایجان شرقی) همراه با پودر یخ و آب دریا به مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان واقع در بندر انزلی منتقل شد، سریعاً در پیش سرد کن (Pre Cooling) با دمای ۵ تا ۸ درجه سانتی گراد قرار داده شد. پس از وزن نمودن ماهیان، در سبدهایی جهت شستشو با آب بهداشتی قرار داده شدند سپس سر، دم و امعاء و احشاء آن ها تخلیه گردید.

شکل ۳.۱. جداکردن سر و دم و تخلیه امعاء و احشاء

بعد از این مرحله ماهیان به دستگاه استخوان گیر(Deboner) منتقل شدند و استخوان، پوست و باله از گوشت جدا گردید و گوشت خالص تهیه شد.

شکل ۳.۲. دستگاه استخوان گیر

سپس گوشت خالص به نسبت ۱ به ۱ به مدت ۵۰ دقیقه در دمای محیط (۲۴^0 C) در ایزوپروپانول قرار داده شد (یک قسمت الکل و یک قسمت گوشت).

شکل ۳.۳. مخلوط نمودن گوشت خالص ماهی در الکل

بعد از طی زمان یاد شده پرس اولیه انجام گردید، که کیک فشرده (Press Cake) اولیه به فاز دوم تولید کنسانتره منتقل گردید.

شکل ۴.۳. پرس نمودن محصول تولید شده

در مرحله دوم استخراج، کیک فشرده (Press Cake) تهیه شده از مرحله قبل به نسبت ۱ به ۱ در ایزوپروپانول قرار داده شد و به مدت ۹۰ دقیقه در دمای ۷۵^0 C داخل بن ماری قرار گرفت. پس از گذشت زمان یاد شده محصول پرس شده و محصول به دست آمده را به نسبت ۱ به ۱ در ایزوپروپانول قرار داده و به منظور مرحله سوم استخراج به مدت ۷۰ دقیقه در دمای ۷۵^0 C داخل بن ماری قرار گرفت. پس از سپری شدن زمان یاد شده محصول پرس

گردیده و به خشک کن با دمای ^{0}C ۱۲۵منتقل شد. محصول تولید شده آسیاب گردید و از غربال ۱۰۰ میکرون عبور داده شد.

شکل ۵.۳. دستگاه خشک کن

شکل ۶.۳. آسیاب نمودن محصول تولید شده پس از خشک کردن

شکل ۷.۳. پروتئین تغلیظ شده ماهی سیم تهیه شده

پس از آن کلوچه ماهی در چهار تیمارمختلف به شرح ذیل تهیه و به مدت یک ماه در فواصل زمانی ده روزه نسبت به انجام آزمایشات ارزش غذایی و میزان ماندگاری و سپس ارزیابی حسی اقدام گردید: تیماراول (شاهد، بدون استفاده از FPC)، تیماردوم (دارای ۵ درصد FPC)، تیمارسوم (دارای ۱۰ درصد FPC)، فاز چهارم (دارای ۲۰ درصد FPC)

✹ بر اساس نتایجی که در آزمایشگاه کسب گردید راندمان تولید **FPC** از ماهی سیم سد ارس۱۵ درصد می باشد.

۵-۲- روش تولید کلوچه ماهی با استفاده از پروتئین تغلیظ شده ماهی سیم (FPC) :

جهت تولید کلوچه ماهی ابتدا شکر (۳۰ ٪) به آب ولرم اضافه شد، سپس خمیر مایع (مخمر – ۰/۵ ٪) را به آن اضافه کرده و هم زدیم. بعد از آن تخم مرغ (۵ ٪)و آرد ۷۰ ٪)را اضافه کردیم و به خوبی هم زده شد. سپس مواد نگهدارنده به مخلوط اضافه و خمیر حاصل آنقدر ورز داده شد تا حالت چسبندگی پیدا کند. روغن به خمیر اضافه شد.

۱-۵-۲- روش تولید تیمارها :

در این مرحله قبل از تهیه خمیر کلوچه ماهی ترکیبات ان محاسبه گردید جهت تولید کلوچه ماهی ابتدا شکر (۳۰ ٪) به آب ولرم اضافه شد، سپس خمیر مایع (مخمر – ۰/۵ ٪) را به آن اضافه کرده و هم زدیم. بعد از آن تخم مرغ (۵ ٪)و آرد ۷۰ ٪)را اضافه کردیم و به خوبی هم زده شد. وبه نسبت این ترکیبات و به ترتیب پودر پروتئین تغلیظ شده ماهی به آن اضافه شد. اولین قسمت بدون استفاده از FPC تحت عنوان تیمار شاهد، قسمت دوم معادل ۵٪ خمیر پودر تحت عنوان تیمار دوم، قسمت سوم معادل ۱۰٪ خمیر تحت عنوان تیمار سوم و قسمت

چهارم معادل ۲۰٪ خمیر تحت عنوان تیمار چهارم پودر اضافه شد و هر چهار قسمت در ظرفی حاوی مقداری آرد، حدود نیم ساعت در محیط گرم قرار گرفت تا آماده پخت شود :

تیمار اول (شاهد، بدون استفاده از FPC)،

تیمار دوم (دارای ۵ درصد FPC)،

تیمار سوم (دارای ۱۰ درصد FPC)،

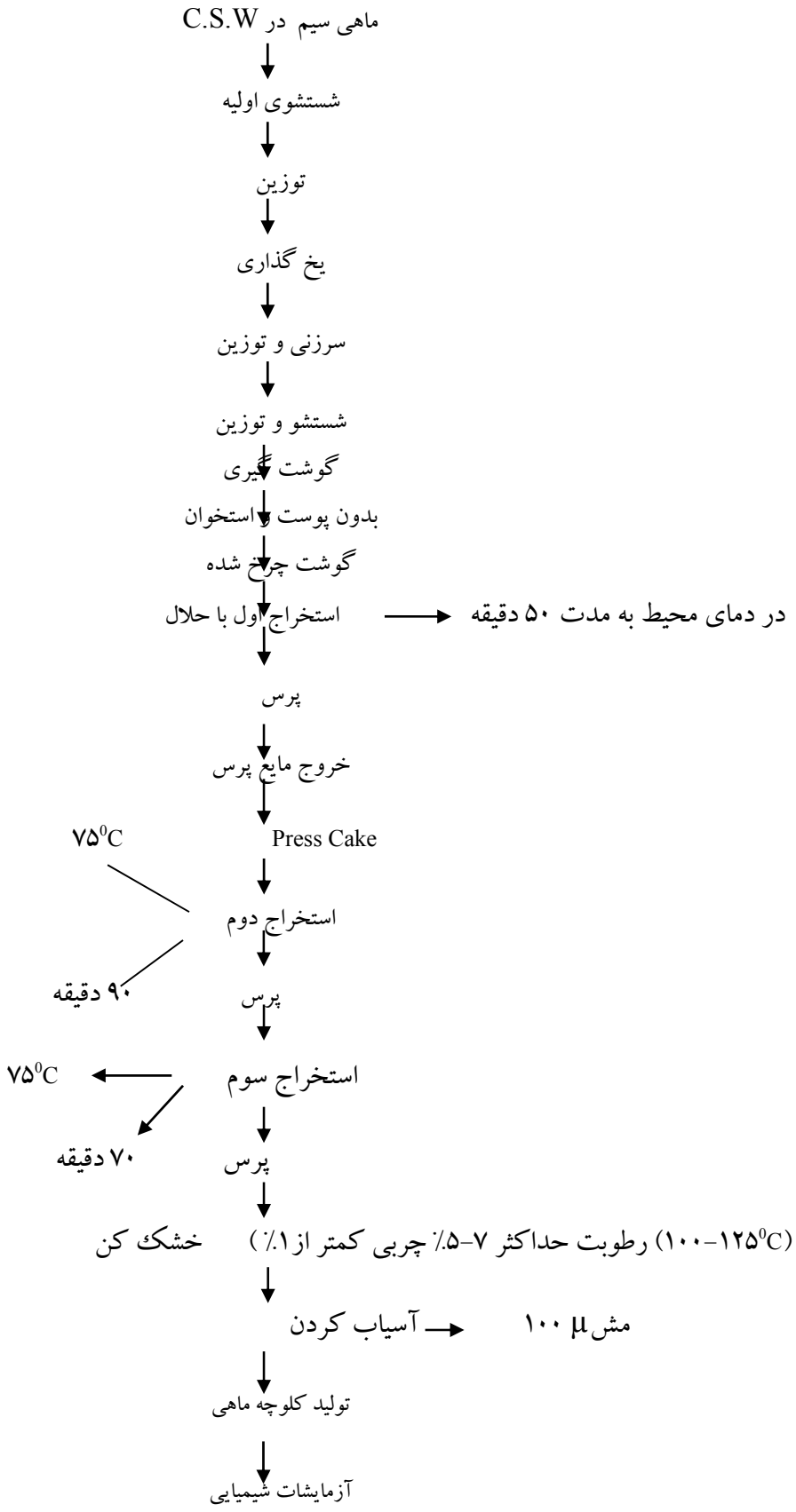
تیمار چهارم (دارای ۲۰ درصد FPC)

شکل ۸.۳. کلوچه ماهی تهیه شده

۲-۵-۲- روش بسته بندی و نگهداری

تمامی تیمارها در بسته بندی معمولی و دمای محیط نگهداری شد تا شاخصهای فساد و عمر ماندگاری در شرایط طبیعی اندازه گیری شود.

نمودار تولید کلوچه ماهی از پروتئین تغلیظ شده ماهی سیم سد ارس :



نمودار ۱.۳. تولید کنسانتره پروتئین ماهی و کلوچه ماهی سیم

۳-۵-۲- ارزیابی فاکتورهای شیمیایی

آزمایشهای شیمیایی نمونه ها به شرح ذیل انجام پذیرفت:

- اندازه گیری درصد پروتئین

اندازه گیری پروتئین به روش ماکرو کجلدال اتوماتیک صورت گرفت که شامل دو مرحله بشرح ذیل میباشد:

۱- مرحله هضم ماده غذائی: مقدار۲گرم از نمونه غذائی را به همراه ۸ گرم کاتالیزور شامل ۹۶٪ سولفات سدیم خشک، ۳/۵٪ سولفات مس و ۰/۵٪ دی اکسید سلنیم را پس از توزین بهمراه کاغذ صافی در یک بالن هضم منتقل و مقدار ۲۵-۲۰ سی سی اسید سولفوریک غلیظ به آنها اضافه کردیم. بالن را به دستگاه مخصوص هضم وصل کرده و توسط یک گاز حرارت دادیم. (داخل حباب دستگاه به مقدار ۱/۳ حجم آن سود ۵۰ درصد ریخته تا گازهای متصاعد شده را جذب نماید).

حرارت در ابتداء باید ملایم و کم بود تا زمانیکه محتوی داخل بالن دیگر کف نکرد. آنگاه حرارت را زیاد کردیم تا زمانیکه مایع زلال و بی رنگی (آبی کمرنگ متمایل به سبز که در اثر ماندن تقریباً بی رنگ می شود) حاصل شد. این مرحله ۳-۲ ساعت بطول انجامید. این مرحله بدلیل جلوگیری از انتشار گازهای محرک و سوزاننده بایستی در زیر هود شیمیائی انجام شود.

۲- تقطیر ماده هضم شده: پس از مرحله هضم و سرد شدن بالن، در حدود ۳/ ۲ حجم آن آب مقطر ریخته و تعدادی سنگ جوش به آن افزودیم. سپس قیف سود زیر دستگاه را از سود ۵۰٪ پر کردیم. مقدار ۵۰ میلی لیتر اسید بوریک ۲٪ را داخل یک ارلن مایر گیرنده (به حجم ۳۰۰ میلی لیتر) ریخته و پس از افزودن ۳ تا ۴ قطره معرف برموکروزول در زیر قیف متصل به دستگاه سرد کننده قرار دادیم. شیر آب سرد کندانسور را باز کرده و همزمان با حرارت دادن بالن تا زمانیکه محتوی بالن بجوش آید از راه قیف سود ریز قطره قطره به آن سود اضافه کردیم تا رنگ قهوه ای تیره حاصل شود. آنگاه اضافه کردن سود متوقف و حرارت دهی را ادامه دادیم تا تمام آمونیاک متصاعد شده در ارلن گیرنده جمع شود (معمولاً جمع آوری ۲۰۰ml محلول تقطیر شده اطمینان بخش است). در این حال رنگ محتوی ارلن گیرنده به رنگ سبز روشن در آمد. سپس ارلن گیرنده را از دستگاه تقطیر جدا کرده و با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیتر کردیم تا مجدداً رنگ صورتی باز گردد. پروتئین ماده غذائی از رابطه زیر محاسبه میشود (AOAC,2005).

رابطه(۳-۱)

$$\%protein = \frac{ml \times meqN \times N \times I \times 100}{P}$$

ml= مقدار مصرف اسید سولفوریک۰/۱ نرمال

meqN = میلی اکی والان ازت که برابر با ۰/۰۱۴ است

N = نرمالیته محلول اسید سولفوریک

I = ضریب پروتئین

P = مقدار نمونه

شکل ۹.۳. هضم شده ماده غذایی جهت اندازه گیری پروتئین

- اندازه گیری درصد خاکستر

کروزه و درب آن را تا حصول وزن ثابت در داخل کوره550 Cº قرار دادیم. سپس آن را بداخل دسیکاتور منتقل و پس از سرد شدن با ترازوی دیجیتالی تا سه رقم اعشار وزن کردیم. حدود ۵ گرم از نمونه را داخل کروزه منتقل نموده سپس بر روی شعله بقدری حرارت دادیم تا دیگر دودی متصاعد نگردد. سپس کروزه ها را به داخل کوره منتقل و درجه حرارت کروزه را بتدریج افزایش داده تا به 550 Cº رسید، سپس نمونه ها را ۱۲ ساعت در این دما نگه داشته در صورت بدست آمدن خاکستر سفیدکوره را خاموش کرده کروزه ها را داخل دسیکاتور سرد نموده سپس با ترازو وزن نمودیم. درصد خاکستر با فرمول ذیل محاسبه گردید(AOAC,2005).

رابطه (۳-۲)

$$\text{درصد خاکستر} = \frac{\text{وزن خاکستر}}{\text{وزن نمونه}} \times ۱۰۰$$

- اندازه گیری درصد رطوبت

ابتدا ظروف اندازه گیری رطوبت (پلیت های شیشه ای) را بمدت نیم ساعت در آون به دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد قرار دادیم تا رطوبت آن بطور کامل گرفته شود. سپس آنرا داخل دسیکاتوری که حاوی رطوبت گیر

مناسب (سیلیکاژل آبی) است قرار دادیم تا در دمای محیط سرد شود و آن را با دقت حداقل یک میلی گرم توزین کردیم. سپس ۱۰ گرم از نمونه ماده غذائی را پس از خرد کردن در داخل ظرف رطوبت گیر ریخته با ترازوی یک هزارم توزین نموده و وزن دقیق آن را یادداشت کردیم. پتری های محتوی نمونه را برای مدت ۶ ساعت در داخل آون به دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد قرار دادیم. پس از این مدت ظرف های محتوی نمونه را در داخل دسیکاتور سرد نموده توزین کرده و وزن آن را یادداشت کردیم. این عمل را برای حصول اطمینان تا رسیدن به وزن ثابت تکرار کردیم. برای محاسبه میزان رطوبت نمونه ماده غذائی از رابطه زیر استفاده کردیم (AOAC, 2005).

رابطه(۳-۳)

$$\text{رطوبت\%} = \frac{(m_1 - m_2) \times 100}{m_0}$$

m_1 = وزن ظرف و نمونه قبل از خشک کردن

m2 = وزن ظرف و نمونه بعد از خشک کردن

m_0 = وزن نمونه

- اندازه گیری درصد چربی

برای اندازه گیری چربی از روش سوکسله استفاده شد. در این روش ابتدا ۵ گرم ماده غذائی آماده شده (خشک شده) را دقیقاً در کاغذ صافی توزین نموده و داخل کارتوش سوکسله گذاشته و سر آن را پنبه گذاردیم و داخل قسمت استخراج کننده قرار دادیم. سپس بالن دستگاه را که از قبل در آون ۱۰۵ درجه به خوبی خشک کرده و در دسیکاتور سرد نمودیم. به دقت وزن نموده و وزن دقیق آن را یادداشت کردیم. در داخل بالن دستگاه به میزان ۲/۳ اتردوپترول ریخته و به دستگاه وصل کردیم. شیر آب سرد دستگاه کندانسور را باز کرده و بالن را توسط هیتر پنج شعله حرارت دادیم (۶۰-۵۰ درجه سانتیگراد) پس از ۸-۶ ساعت بالن را از دستگاه جدا نموده و حلال آن را در بن ماری تبخیر کردیم و تا حصول وزن ثابت آن را در اتو $105^{\circ}C$ حرارت دادیم و پس از سرد کردن بالن در دسیکاتور وزن دقیق آن را یادداشت نمودیم و درصد چربی را از رابطه زیر محاسبه کردیم (AOAC, 2005).

رابطه(۳-۴)

$$\%Fat = \frac{F \times 100}{P}$$

F = مقدار چربی در نمونه

P = مقدار نمونه برداشت شده

- اندازه گیری مقدار pH

مقدار ۲۰ گرم نمونه را پس از خرد کردن در ۱۰۰ سی سی آب مخلوط نموده و پس از چند دقیقه آن را صاف کردیم. بعد از گذشت ۵ تا ۱۰ دقیقه در حرارت معمول آزمایشگاه و ست نمودن دستگاه pH متر مقدار pH را به وسیله قرار دادن سر الکترود دستگاه pH متر در مایع صاف شده اندازه گرفتیم (استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲۸ – ۱۳۸۶).

- اندازه گیری کل مواد ازته فرار TVN

۱۰ گرم از نمونه گوشت، ۲ گرم اکسید منیزیوم، ۳۰۰ میلی لیترآب و چند قطعه سنگ جوش را به بالن کلدال منتقل نموده، در یک ارلن مایر مقدار ۲۵ میلی لیتر محلول ۲٪ اسید بوریک و چند قطره معرف متیل قرمز اضافه کردیم و آن را در زیر قیف کندانسور قرار دادیم. دستگاه تقطیر را وصل کرده و محتوی بالن را حرارت دادیم تا در مدت ۱۰ دقیقه بجوش آید و با همین حرارت برای مدت ۲۵ دقیقه عمل تقطیر را ادامه دادیم. سپس حرارت را قطع کرده داخل سرد کننده را با آب سرد شستشو دادیم و محلول تقطیر شده را با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیتر کردیم. برای محاسبه، مقدار اسید سولفوریک را در ضریب ثابت ۱۴ ضرب کردیم تا مقدار ازت فرار برحسب میلی گرم در صد گرم ماده گوشتی محاسبه شود (پروانه، ۱۳۸۳).

- آزمایش ارزش پراکسید PV

۱۵۰ گرم نمونه به کمک همزن مکانیکی با cc ۲۵۰ کلروفرم بمدت ۵ دقیقه مخلوط شد و سپس از یک کاغذ صافی فیلتر گردید و محلول صاف شده از کاغذ صافی دیگری که تا نیمه از سولفات سدیم خشک پر شده بود عبور داده شد، این محلول برای مراحل دیگر حفظ گردید. cc ۱۰ از این محلول در یک پتری دیش کاملاً خشک و وزن شده ریخته شد و زیر هود تبخیر گردید و پس از آن به مدت یک ساعت در آون ۱۰۵ درجه سانتیگراد قرار داده شد تا خشک گردد و سپس با گذاشتن در دسیکاتور و پس از سرد شدن توزین گردید. cc ۲۵ از محلول تهیه شده اولیه برداشته و cc ۳۷ اسید استیک گلاسیال و cc ۱ یدید پتاسیم اشباع اضافه گردید و پس از یک دقیقه cc ۳۰ آب مقطر و کمی معرف چسب نشاسته به آن اضافه گردید و ید آزاد شده با محلول ۰/۰۱ نرمال تیوسولفات سدیم تا ظهور رنگ شیری تیتر گردید و مقدار پراکسید برحسب میلی اکی والان گرم در کیلوگرم ماده چرب طبق رابطه زیر محاسبه شد (AOAC ،۲۰۰۵).

رابطه(۳-۵)

$$PV = \frac{S \times N \times 1000}{W}$$

S = تیتراسیون نمونه

N = نرمالیته تیوسولفات سدیم

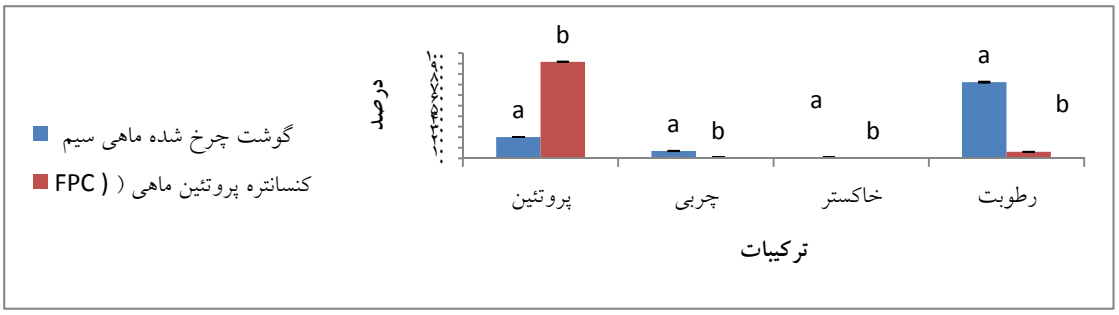
W = وزن نمونه روغن

۶-۲- روش آنالیز آزمایشگاهی و تجزیه و تحلیل داده ها

پس از توزیع نرمال داده ها جهت همگن سازی با استفاده از آزمون کولموگراف - اسمیرنوف ، نتایج این آزمون‌ها جهت آنالیز آماری داده‌های مربوط به تیمارهای آزمایش مورد استفاده قرار گرفت.تجزیه و تحلیل آماری داده های حاصله با نرم افزارSPSS-17 و Minitab-16 انجام پذیرفت.

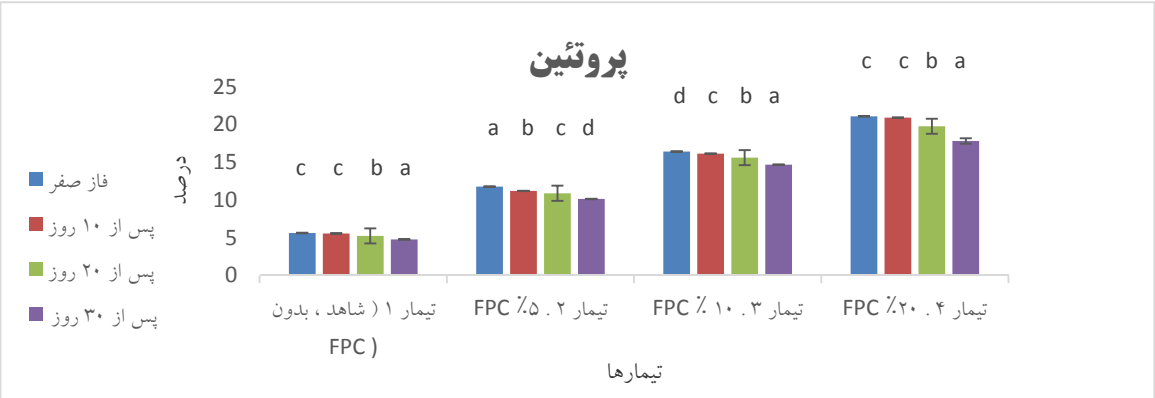
جهت بررسی تاثیر نسبتهای مختلف FPC در کیفیت ، زمان ماندگاری و میزان پذیرش کلوچه ماهی و همچنین میزان تغییرات شاخص‌های شیمیایی و حسی درتیمارهای مورد نظر و بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار بین مقادیر حاصل از هر شاخص از فاز صفر تا ۳۰ روز پس از نگهداری در دمای محیط از روش تجزیه واریانس یک طرفه و همچنین برای مقایسه میانگین‌ها در مواردی که اثر کلی تیمارها معنی دار شناخته شد از آزمون Tukey استفاده گردیده و برای فاکتورهای مربوط به ارزیابی حسی از روش آماری غیر پارامتریک Mann – Whitney انجام گردید و برای رسم نمودار از برنامه Excl – 2010 استفاده شد.

۳- نتایج



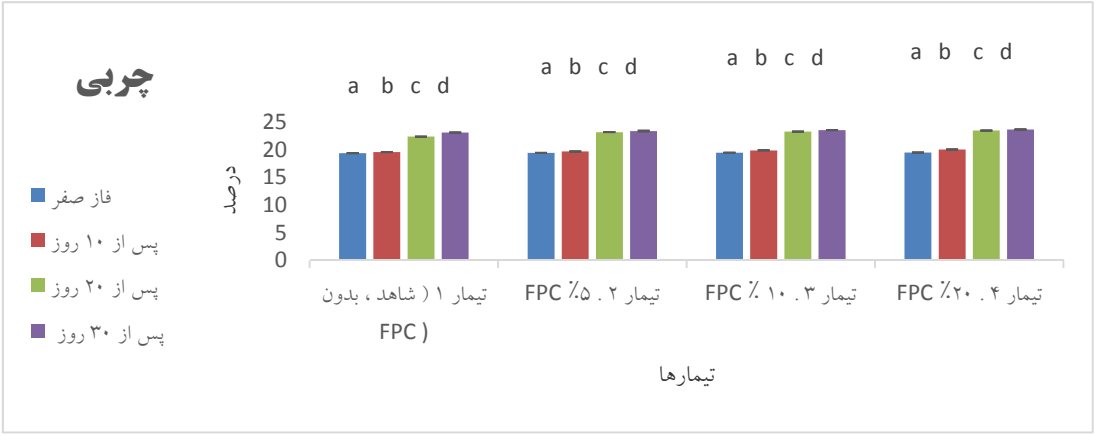
نمودار ۱.۴. بررسی مقایسه ای درصد ترکیبات تقریبی در گوشت و کنسانتره پروتئین ماهی سیم در فاز صفر

با توجه به نتایج آماری نمودار ۱.۴ ،در کسانتره پروئین ماهی ، درصد پروتئین(۹۱/۶۳) ، چربی(۰/۵۳) ، خاکستر(۰/۲۶) و کاهش رطوبت تا حد ۶/۱۲ درصد در کنسانتره پروتئین ماهی در رنج استاندارد FAO,2010 تولید شده (حد استاندارد پروتئین ۸۵ ، چربی ۷ و رطوبت ۸ درصد) و دارای ارزش تغذیه ای بالای میباشد ضمن اینکه از نظر داده های بدست آمده بین ترکیبات گوشت و FPC دارای تفاوت معنی دار بوده و این تفاوت در درصد خاکستر نیز وجود دارد ($P<0.05$) .



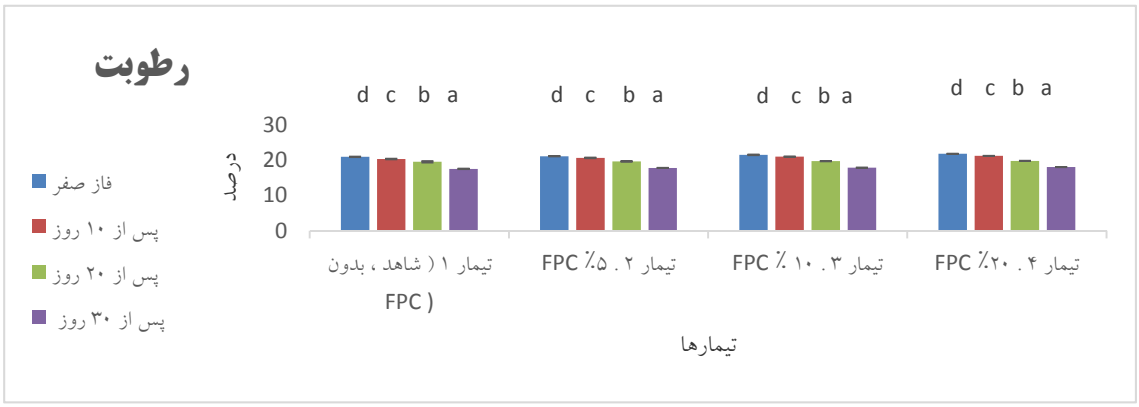
نمودار ۲.۴. بررسی مقایسه ای ترکیبات تقریبی درصد پروتئین در تیمار شاهد و ۳ تیمار کلوچه تولید شده با FPC

با توجه به نتایج آماری نمودار ۲.۴، در اندازه گیری درصد پروتئین، تیمار ۴ با ۲۱/۱ درصد پروتئین بیشتر از سایر تیمارها بوده و تیمار شاهد با ۵/۶۳ درصددارای کمترین مقدار میباشد ضمن اینکه داده های تیمار شاهد با ۳ تیمار کلوچه تولید شده با FPC دارای تفاوت معنی دار بوده است ($P<0.05$).



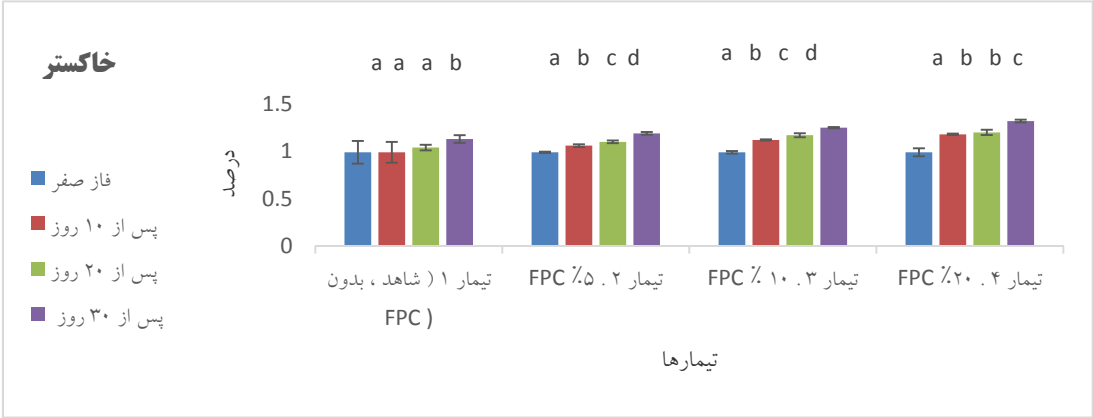
نمودار ۳.۴. بررسی مقایسه ای ترکیبات تقریبی درصد چربی در تیمار شاهد و ۳ تیمار کلوچه تولید شده با FPC

با توجه به نتایج آماری نمودار ۳.۴، در اندازه گیری درصد چربی، با توجه به افزودن روغن در فرمولاسیون کلوچه ماهی نمیتوان تحلیل دقیقی از اثرات نسبتهای مختلف FPC در افزایش درصد جذب نهایی در مقایسه با تیمار شاهد انجام داد و بشترین مقدار در تیمار ۴ (۲۳/۶۷ ٪) و کمترین در تیمار شاهد (۲۳/۱۲ ٪) اندازه گیری شده است ، ضمن اینکه در داده های هر ۴ تیمار تفاوت معنی داری وجود ندارد (P>0.05).



نمودار ۴.۴. بررسی مقایسه ای ترکیبات تقریبی درصد رطوبت در تیمار شاهد و ۳ تیمار کلوچه تولید شده با FPC

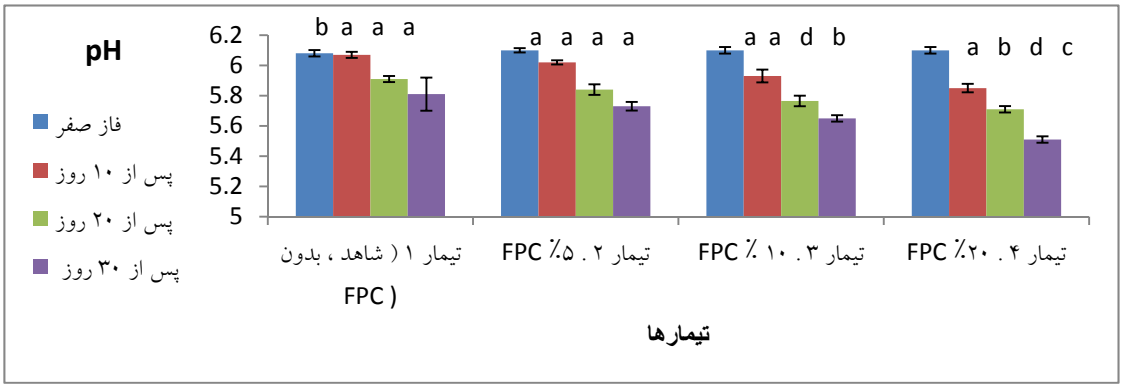
با توجه به نتایج آماری جدول ۴.۴، در اندازه گیری درصد رطوبت، در هر ۴ تیمار در طول زمان کاهش یافته که درصد کاهش در هر ۴ تیمار یکسان بوده و تفاوت معنی داری در داده های تیمارها وجود ندارد (P>0.05).بیشترین مقدار در تیمار ۴ (۲۱/۸۸ ٪) و کمترین در تیمار شاهد (۲۱/۰۱ ٪) بوده است .



نمودار ۵.۴. بررسی مقایسه ای ترکیبات تقریبی درصد خاکستر در تیمار شاهد و ۳ تیمار کلوچه تولید شده با FPC

با توجه به نتایج آماری نمودار ۵.۴، در اندازه گیری درصد خاکستر، در هر ۴ تیمار در طول زمان افزایش یافته درصد افزایش در تیمارهای تولید شده با FPC بیشتر بوده ضمن اینکه داده های هر ۴ تیمار در طول زمان معنی دار بوده است ($P<0.05$).کمترین مقدار در تیمار شاهد (۱/۱۳٪) و بیشترین مقدار در تیمار ۴ (۱/۳۲ ٪)بوده است .

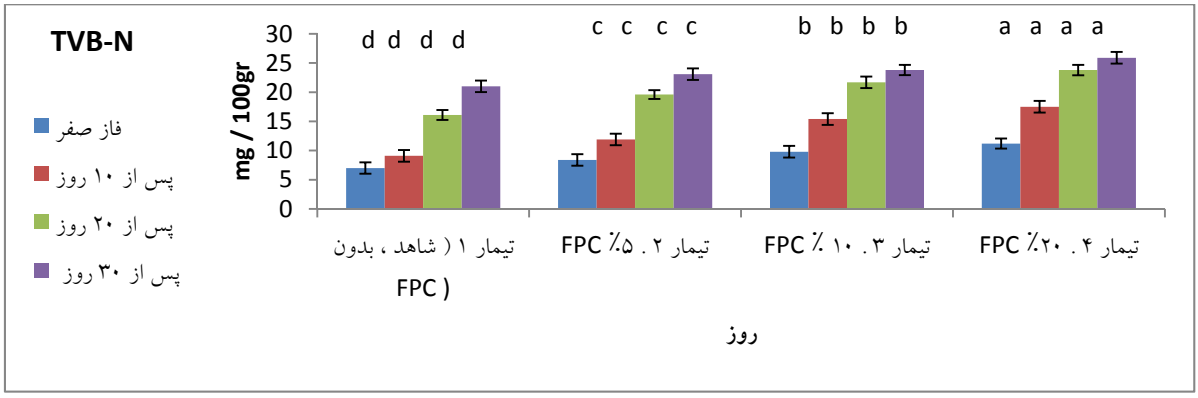
❖ علت اینکه مجموع درصد ترکیبات در حدود ۶۰ – ۶۵ درصد میباشد ، مابقی مربوط به درصد نشاسته بوده که اندازه گیری نشده است .



نمودار ۶.۴. بررسی مقایسه ای pH در تیمارها پس از ۳۰ روز نگهداری در دمای محیط

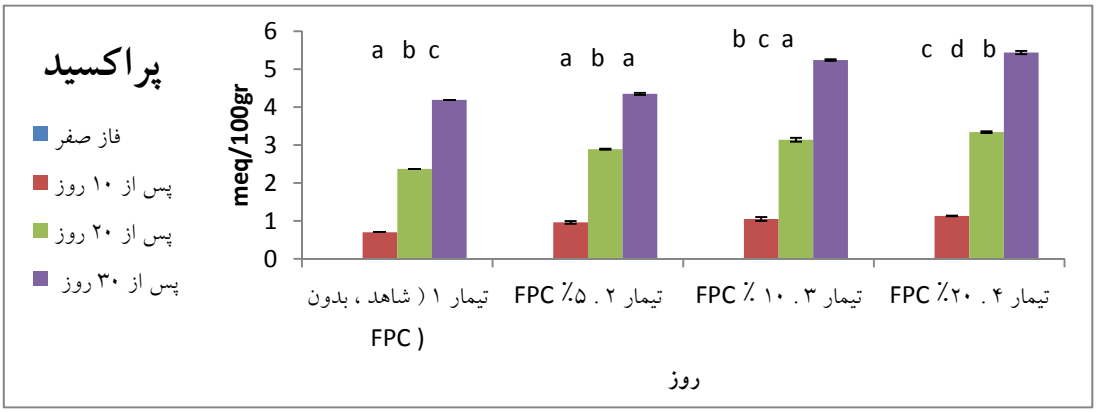
با توجه به نتایج آماری نمودار ۶.۴ ، pH در هر ۴ تیمار طول زمان کاهش یافته که به دلیل آزاد شدن ترکیبات آمینی و چربی و آزاد شدن ترکیبات فرار و اسیدی شدن محیط بوده و این داده ها در هر ۴ تیمار نسبت به شاهد

معنی دار بوده (P<0.05) ولی نسبت به حد استاندارد (pH= 5 برای محصولات خشک) تا پایان مدت نگهداری هر ۴ تیمار در شرایط خوب حفظ شده است.



نمودار ۷.۴. بررسی مقایسه ای ازت آزاد فرار (TVB-N میلی گرم / ۱۰۰ گرم) در تیمارها پس از ۳۰ روز نگهداری در دمای محیط

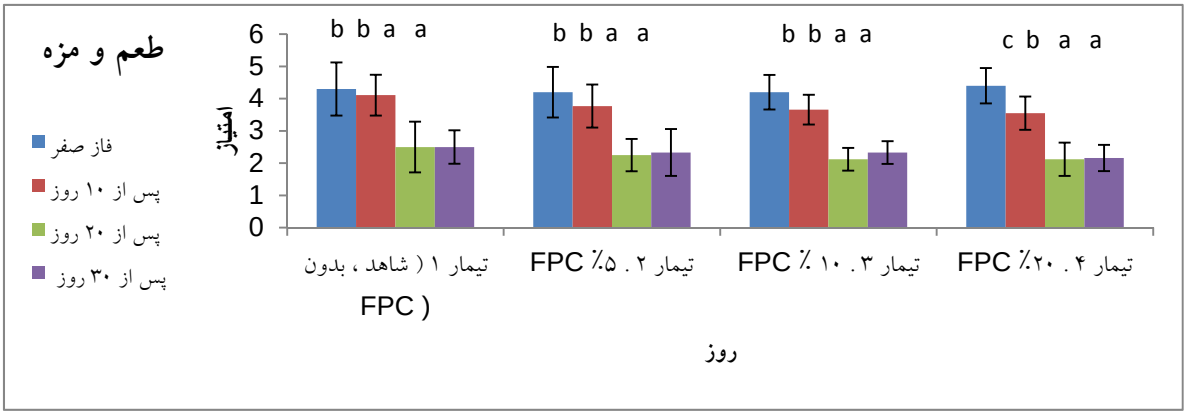
با توجه به نتایج آماری نمودار ۷.۴، TVB-N در هر ۴ تیمار طول زمان افزایش یافته که به دلیل تجزیه و شکستن باندهای ازته و در نتیجه آزاد شدن گازهای فرار آمونیاکی در بافت بوده است کمترین افزایش در تیمار شاهد (۲۱mg/100g) و بیشترین افزایش در تیمار ۴ (۲۰ درصد FPC) (۲۵/۹ mg/100gr) میباشد با توجه به معنی دار بودن داده ها از فاز صفر تا ۳۰ روز (P<0.05) ولی از نظر حفظ کیفیت تیمار شاهد ، تیمار ۱ (۵ ٪ FPC) و تیمار ۲ (۱۰ ٪ FPC) تا پایان مدت نگهداری در رنج استاندارد (۲۵ = TVB-N میلی گرم / ۱۰۰ گرم) ماندگاری داشته است.



نمودار ۸.۴. بررسی مقایسه ای پر اکسید (PV میلی اکی والان / ۱۰۰ گرم) در تیمارها پس از ۳۰ روز نگهداری در دمای محیط

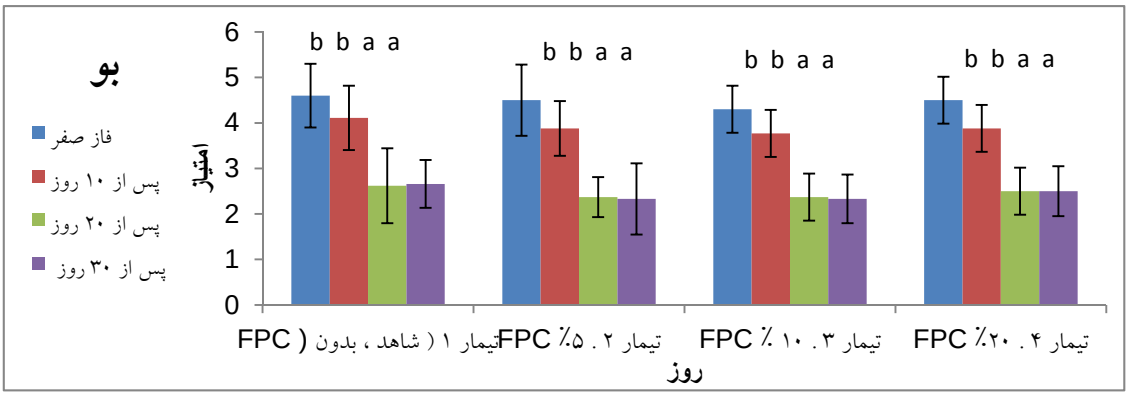
با توجه به نتایج آماری نمودار ۸.۴، پراکسید در هر ۴ تیمار طول زمان افزایش یافته که به دلیل تجزیه اسیدهای چرب و شکستن باندهای تری گلسریدها بوده است کمترین افزایش در تیمار شاهد (۴/۱۹meq/1000g) و بیشترین افزایش(۵/۴۴meq/g) در تیمار ۴ (۲۰ درصد FPC) می باشد با توجه به معنی دار بودن داده ها از فاز صفر تا ۳۰ روز (P<0.05) ولی از نظر حفظ کیفیت تیمار شاهد، تیمار ۱ (۵ ٪ FPC) تا پایان مدت نگهداری در رنج استاندارد (۵ = PV میلی اکی والان / ۱۰۰۰ گرم) ماندگاری داشته است.

۱-۳-ارزیابی حسی



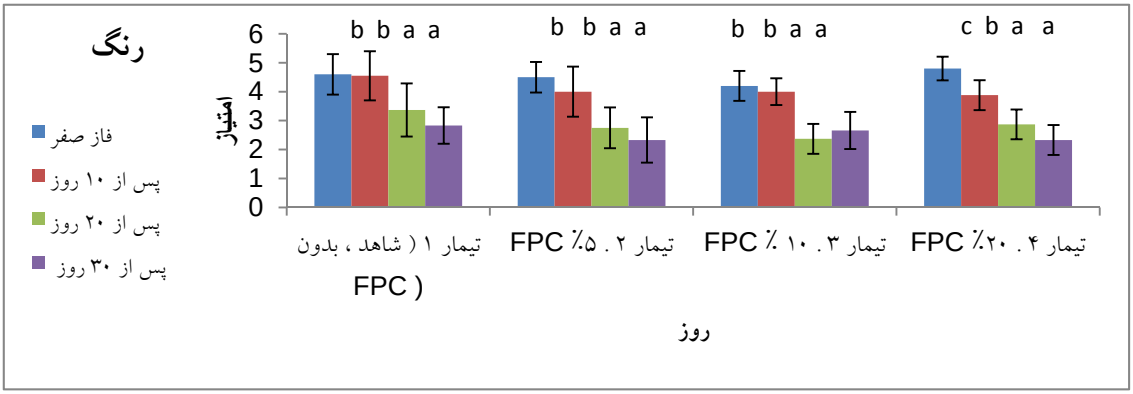
نمودار ۹.۴. بررسی مقایسه ای فاکتور حسی طعم در تیمار شاهد و ۳ تیمار کلوچه تولید شده با FPC

با توجه به نتایج آماری نمودار ۹.۴، از نظر طعم و مزه در پایان ۳۰ روز تیمار شاهد، تیمار ۱ و ۲ (۵ و ۱۰ ٪) از نظر آماری در یک سطح کیفی حفظ شده و داده های آنها معنی دار نبوده است (P>0.05).در پایان دوره تیمار شاهد با امتیاز ۲/۵ بیشترین و تیمار ۴ با امتیاز ۲/۱۶ کمترین مقدار را دارا بوده است .



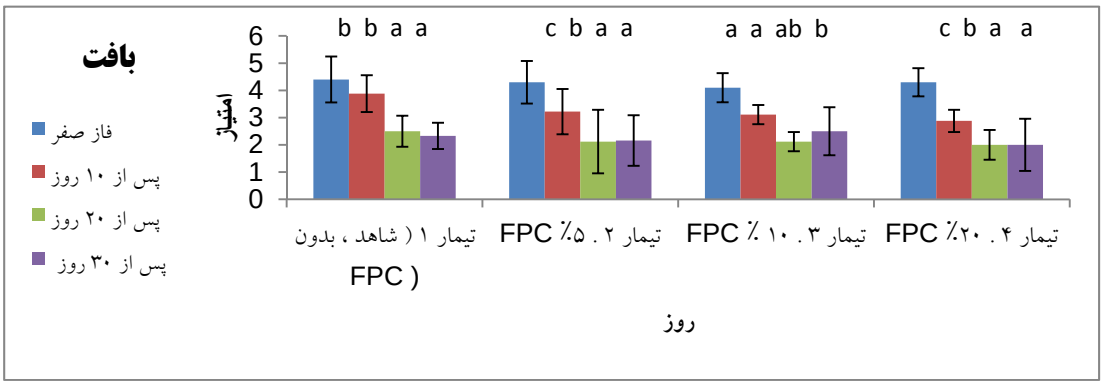
نمودار ۱۰.۴. بررسی مقایسه ای فاکتور حسی بو در تیمار شاهد و ۳ تیمار کلوچه تولید شده با FPC

با توجه به نتایج آماری نمودار ۱۰.۴، از نظر بو در پایان ۳۰ روز تیمار شاهد، تیمار ۱ ، ۲ و ۳ (۵ ، ۱۰ و ۲۰ ٪) از نظر آماری در یک سطح کیفی حفظ شده و داده های آنها معنی دار نبوده است (P>0.05)، ولی داده ها در هر تیمار در طول زمان (از فاز صفر تا ۳۰ روز) معنی دار بوده است (P<0.05).



نمودار ۱۱.۴. بررسی مقایسه ای فاکتور حسی رنگ در تیمار شاهد و ۳ تیمار کلوچه تولید شده با FPC

با توجه به نتایج آماری نمودار ۱۱.۴، از نظر رنگ در فاز صفر و پس از ۱۰ روز تیمار شاهد و تیمار ۱ (۵ ٪ FPC) بهتر از تیمارهای دیگر بوده ولی تفاوت معنی داری مشاهده نگردید (P>0.05)، پس از ۲۰ و ۳۰ روز بین داده های تیمار ۴ (۲۰ ٪ FPC) و ۳ تیمار دیگر تفاوت معنی دار بوده (P<0.05) و در دو فاز دیگر بین تیمارهای شاهد، ۱ و ۲ تفاوت معنی دار نبوده است (P>0.05) و تیمار شاهد کمی بهتر از سایر تیمارها ارزیابی شده است.



نمودار ۱۲.۴. بررسی مقایسه ای فاکتور حسی بافت در تیمار شاهد و ۳ تیمار کلوچه تولید شده با FPC

با توجه به نتایج آماری نمودار ۱۲.۴، از نظر بافت تیمار ۳ در پایان مدت نگهداری بهتر از سایر تیمارها بوده و از این نظر از فاز صفر تا پایان مدت نگهداری بین داده های تیمار شاهد و ۳ تیمار دیگر تفاوت معنی دار بوده است (P<0.05).

۴- بحث

تحقیق در زمینه جنبه‌های مختلف تولید کنسانتره پروتئین ماهی از انواع ماهیان و استفاده از آن در رژیم غذایی انسان به عنوان یک مکمل پروتئینی با ارزش نقش مهمی در تأمین نیازهای تغذیه‌ای و رفع کمبودهای پروتئینی افراد جامعه ایفا خواهد کرد. Dust و همکاران (۲۰۰۵) کنسانتره غنی شده پروتئین ماهی را به عنوان یک منبع پروتئینی بسیار با ارزش دانسته و میزان نسبت پروتئین قابل جذب PER (Protein Efficiency Ratio) آن را بیش از ۲/۸ عنوان کردند.

سازمان نظارت بر غذا و داروی آمریکا (FDA) استفاده کنترل شده از کنسانتره پروتئین ماهی را به عنوان یک مکمل پروتئینی با ارزش در رژیم غذایی انسان مورد تأیید قرار داده است. مشروط بر این که FPC مورد استفاده از نظر عواملی نظیر میزان پروتئین، چربی، رطوبت، میکروبی و ... در وضع مطلوبی باشد (FDA, 2001).

برطبق مقررات سازمان نظارت بر غذای آمریکا (FDA) در صورتی می توان از FPC به عنوان مکمل غذایی در رژیم غذای انسان استفاده کرد که علاوه بر برخورداری از کیفیت بهداشتی مطلوب، محتوای پروتئینی آن کمتر از ۷۵ درصد نبوده و از طرفی میزان چربی آن کمتر از ۰/۵ درصد باشد. البته در رابطه با میزان چربی، FAO حداکثر ۰/۷۵ درصد را قابل قبول می داند. در تحقیق حاضر کنسانتره پروتئین تولید شده از ماهی سیم با میزان پروتئین ۹۱/۶ درصد و چربی ۵/. درصد FPC نوع A می باشد که بر اساس سازمان نظارت بر غذای آمریکا (FDA) و FAO می توان در رژیم غذایی انسان به عنوان منبعی غنی از پروتئین حیوانی استفاده نمود.

تولید کلوچه ماهی در داخل کشور تاکنون صورت نگرفته و همچنین تولید کلوچه ماهی در دنیا نیز به طور محدود مورد تحقیق قرار گرفته است؛ ضمن اینکه در روشهای عملی و تحقیقاتی انجام گرفته تاکنون از گوشت ماهی استفاده شده و تولید با استفاده از FPC سابقه نداشته است.

با توجه به نتایج آماری جدول ۴.۱ درصد پروتئین ، چربی ، خاکستر پس از کاهش رطوبت تا حد ۶/۱۲ درصد در کنسانتره پروتئین ماهی در رنج استاندارد تولید شده (حد استاندارد پروتئین ۸۵ ، چربی ۷ و رطوبت ۸ درصد) و دارای ارزش تغذیه ای بالای میباشد ضمن اینکه از نظر داده های بدست آمده بین ترکیبات گوشت و FPC دارای تفاوت معنی دار بوده و این تفاوت در درصد خاکستر نیز وجود دارد ($P<0.05$).

عوامل فوق ارتباط تنگاتنگی با یکدیگر داشته و در این تحقیق به منظور تولید FPC مطلوب از ماهی سیم تمام پارامترهای فوق درنظر گرفته شده است. بدین منظور از ماهیانی استفاده شد که تازه و سالم بوده و از کیفیت بهداشتی مناسبی برخوردار بودند.

در پژوهشی که توسط اژدری و همکاران (۱۳۸۶) بر روی تولید FPC از ماهی فیتوفاگ انجام گرفت، میزان پروتئین ۸۱ درصد گزارش گردید. که در این پژوهش میزان پروتئین در FPC تولیدی از ماهی سیم بالاتر می باشد که می تواند دلایل گوناگونی از جمله گونه ماهی مورد استفاده، روش تولید و .... داشته باشد. FPC تولیدی بسته به نوع ماهی از لحاظ خصوصیات شیمیایی و فیزیکی یکسان نیست، انواع ماهی که در ساخت و

تولید کنسانتره پروتئین مورد استفاده قرار می گیرد بر ترکیب شیمیایی محصول نهایی تاثیر می گذارد (Borquez, 1997). در FPC تولید شده از ماهی منهادن با توجه به این که دارای میزان استخوان بیشتری می باشد حدود ۲۰ درصد املاح و ۷۸ درصد پروتئین تشخیص داده شده است (Doraiswamy, 1963). در صورتی که FPC تولید شده از ماهی هیک حاوی ۱۳ درصد خاکستر و ۸۵ درصد پروتئین است (Cordova, 2007).

همچنین در این روش تولید FPC از ماهی سیم از روش پخت قبل از استخراج استفاده نگردید، در صورتی که در FPC تولیدی از فیتوفاگ یک مرحله پخت قبل از استخراج با حلال استفاده گردیده است که پخت و حرارت موجب تنزل میزان پروتئین در محصول می گردد در صورتی که پروتئین ها بیش از اندازه حرارت ببینند ساختار اسیدهای آمینه نیز تغییر خواهد کرد. حرارت دهی بیش از حد به علت دناتوره کردن پروتئین باعث کاهش در دسترس بودن اسیدهای آمینه ضروری می گردد. کاهش دسترسی به سیستئین، لیزین، آرژنین، ترئونین و سرین در منابع پروتئینی مختلف به عنوان نتیجه تیمارهای گرمایی گزارش شده است (Drozdowski. & Ackman, 1969). اسید های آمینه در درجه حرارت بالا با کربوهیدرات ها از جمله گلوکز تشکیل کمپلکس می دهد که در مورد لیزین صدق می کند. این فرآیند را واکنش میلارد می نامند (Mungi, 1995). حرارت بالا موجب کاهش کیفیت غذایی و کاهش میزان پروتئین ها می گردد (Van Soest, 1982 and Parr, 1998). همین طور پارامترهای گوناگونی در کیفیت FPC تولید شده تاثیر گذار هستند از آن جمله کیفیت ماهی مورد استفاده و رعایت موازین بهداشتی در مراحل مختلف فرآوری، نوع حلال شیمیایی مورد استفاده، تعداد مراحل استخراج، زمان مجاورت حلال با مواد (مدت زمان استخراج)، دمای حلال به هنگام فرآیند استخراج، هم زدن و اختلاط نمونه در حین استخراج با حلال و کیفیت حلال از نظر تازگی یا بازیافت بودن آن را می توان نام برد (Ershoff,1970).

راک اور و همکاران در سال ۱۹۸۳ میزان پروتئین کلوچه ماهی تولید شده با ماهی قزل آلا را ۱۵/۹۸ درصد گزارش کردند. سگال و همکاران در سال ۲۰۰۸ حداقل درصد پروتئین کلوچه ماهی تولید شده با استفاده از کپور هندی (*Labeo rohita*) را ۲۶ درصد گزارش کردند. سگال و همکاران در سال ۲۰۱۰ میزان پروتئین کلوچه ماهی تولید شده با گوشت ماهی کپور معمولی (*Cyprinus* carpio) را ۲۶/۶ درصد گزارش کردند. درصد پروتئین تیمار چهارم کلوچه ماهی این تحقیق در فاز اول و و دوم بدون اختلاف معنی دار و بیشترین مقدار پروتئین می باشد.

چربی موجود در انواع ماهیان نیز متفاوت است ولی طی فرآیند پرس و استخراج با حلال، چربی به کمتر از یک درصد کاهش می یابد که در این مورد انواع FPC حاصل از ماهی های مختلف تفاوت چندانی را نشان نمی دهند.

بر اساس مطالعات انجام شده استفاده از روش شیمیایی استخراج با کمک حلال، به منظور تولید کنسانتره پروتئین ماهی که شرایط فوق را داشته باشد بسیار مطلوب است، بنابراین جهت تولید FPC از ماهی سیم ترکیبی از روش های فیزیکی و شیمیایی و جهت استخراج چربی از حلال ایزوپروپانول الکل استفاده گردید.

طی بررسی های بعمل آمده توسط Cordova در سال ۲۰۰۷، تاثیر حلال های گوناگون از قبیل ایزوپروپانول، هگزان، اتر، بنزن، تولوئن، سیکلوهگزان، تتراکلرورکربن و اتانول در استخراج چربی و آب از ماهی جهت تولید FPC صورت گرفت و مشخص گردید که ایزوپروپانول الکل حلال مناسب می باشد و ضمن استخراج چربی به نحو مطلوب، مواد مولد طعم و بو و رنگ را نیز بخوبی از بافت ماهی جدا می سازد و از نظر شرایط ایمنی نیز نسبت به حلال های اتر، هگزان و ... در وضعیت مناسبی قرار دارد.

Thomas و همکاران با کمک حلال ایزوپروپانول الکل از ماهی کپور معمولی، کنسانتره پروتئین ماهی تولید نمودند که حاوی ۷۲ درصد پروتئین و ۳-۲ درصد چربی بود (Thomas, 2006).

در پژوهشی که توسط اژدری و همکاران (۱۳۸۶) بر روی تولید FPC از ماهی فیتوفاگ انجام گرفت، میزان چربی ۰/۳۷ درصد گزارش گردید.

راک اور و همکاران در سال ۱۹۸۳ میزان چربی کلوچه ماهی تولید شده با ماهی قزل آلا را ۹/۸۳ درصد گزارش کردند. سگال و همکاران در سال ۲۰۰۸ درصد چربی کلوچه ماهی تولید شده با استفاده از کپور هندی (*Labeo rohita*) را ۷ درصد گزارش کردند. سگال و همکاران در سال ۲۰۱۰ میزان چربی کلوچه ماهی تولید شده با گوشت ماهی کپور معمولی (*Cyprinus* carpio) را ۶/۶ درصد گزارش کردند. که با میزان چربی کلوجه ماهی در تحقیق حاضر که در هرچهار تیمار از ۱۹/۳۹ تا ۲۳/۶۷ درصد متغیر بوده است تفاوت زیادی دارند که می تواند به دلیل استفاده از روغن در فرآیند تولید باشد.

یکی از پارامترهای مهم در زمینه حفظ کیفیت محصولات غذایی میزان کاهش رطوبت می‌باشد. در آزمایش انجام شده توسط Bleklevik و همکاران که بر روی اثرات انجماد در دمای ۱۸- درجه‌سانتی‌گراد در ماهی باس انجام گرفت مشخص شد که در طی ۹ ماه میزان رطوبت به مقدار ۷۷.۳۸ درصد کاهش پیدا کرده است (Beklevik, 2004). بلو و همکاران در سال ۱۹۸۰ میزان رطوبت کلوچه ماهی (راک فیش، کاد پاسفیک، کاد لینگ و هرینگ پاسفیک) تولید شده را از ۳/۷۴ در فاز صفر تا ۸/۳ در ماه چهارم گزارش کردند. سگال و همکاران در سال ۲۰۰۸ درصد رطوبت کلوچه ماهی تولید شده با استفاده از کپور هندی (*Labeo rohita*) را حدود ۵۲ درصد گزارش کردند. در تحقیق حاضر در کلوچه ماهی تولید شده با استفاده از FPC ماهی سیم، میزان رطوبت در طی سی روز کاهش نشان داده و از ۲۱/۵۶ تا ۱۸/۱۱ رسیده است.

با توجه نتایج جدول ۵.۴ میزان خاکستر از تیمار شاهد تا تیمار چهارم از ۰/۹۹ تا ۱/۳ افزایش نشان می دهد. در تحقیقاتی که در مورد کلوچه ماهی انجام شده درصد خاکستر بدست آمده ذکر نشده است.

بلو و همکاران در سال ۱۹۸۰ میزان pH را ۶/۲ گزارش کردند. کیلینک و همکاران در سال ۲۰۰۷ گزارش دادند که مقدار pH کلوچه های ساردین از ۶/۲۵ تا ۶/۴۸ در انتهای زمان نگهداری ۶ روزه افزایش یافت. یرلیکایا و همکاران در سال ۲۰۰۵ گزارش دادند که میزان pH کلوچه های آنچوی در طی نگهداری افزایش یافت. توربان و همکاران در سال ۲۰۰۱ گزارش دادند که مقادیر pH کلوچه های آنچوی از ۶/۳۳ تا ۶/۵۶ بعد از ده روز

نگهداری افزایش یافت. همچنین بیان کردند که افزایش pH موردانتظار بود زیرا میکروارگانیزمها و آنزیمها اکسیژن و هیدروژن آزاد را رها می کنند که غلظت یون هیدروکسیل را افزایش می دهد و بنابراین باعث افزایش pH می شود. دستورا و همکاران میزان pH کلوچه ماهی تولید شده با گوشت چرخ شده راک فیش را بین ۶ تا ۶/۵ بیان کردند.

در تحقیق حاضر میزان pH کلوچه ماهی از ۶/۰۸ تا ۵/۵۱ کاهش یافت که به دلیل آزاد شدن ترکیبات آمینی و چربی و آزاد شدن ترکیبات فرار و اسیدی شدن محیط بوده است.

میزان TVN کنسانتره پروتئین ماهی یکی از معیارهای تعیین فساد در مواد غذایی و بررسی تغییرات کیفی آن‌ها در دوره نگهداری تعیین میزان ازت فرار (TVN) در آن‌ها می‌باشد. این ترکیبات از تجزیه ترکیبات ازت دار از قبیل پروتئینها و اسید های آمینه آزاد ایجاد می‌شود و به نحوی که اسیدهای آمینه به ترکیبات آمینی از جمله آمونیاک تجزیه می گردد. بنابراین TVN راهی برای بررسی فساد ترکیبات پروتئینی می‌باشد.

کیلینک و همکاران در سال ۲۰۰۷ گزارش دادند که مقدار TVN در طی نگهداری کلوچه های ساردین به طور مشخص افزایش یافت. محتوای ابتدایی TVN کلوچه های ساردین mg/۱۰۰g ۱۳/۶۶ بود. این مقدار به mg/۱۰۰g ۲۹/۵۵ در انتهای دوره نگهداری ۶ روزه افزایش یافت. یرلیکایا و همکاران در سال ۲۰۰۵ گزارش داد که مقدار اولیه TVN برای کلوچه های آنچوی mg/۱۰۰g ۱۷/۳۷ بود که در طی نگهداری افزایش یافت. بلو و همکاران در سال ۱۹۸۰ گزارش کردند که میزان TVN از مقدار ۲۸/۷۱ در فاز صفر تا ۴۱/۴۱ در ماه چهارم افزایش یافت. در تحقیق حاضر با توجه به نتایج آماری جدول ۷.۴، TVB-N در هر ۴ تیمار طول زمان افزایش یافته که به دلیل تجزیه اسیدهای آمینه و شکستن باندهای ازته و در نتیجه آزاد شدن گازهای فرار آمونیاکی در بافت بوده است کمترین افزایش در تیمار شاهد و بیشترین افزایش در تیمار ۴ (۲۰ درصد FPC) شاهد هستیم. از نظر حفظ کیفیت تیمار شاهد ، تیمار ۱ (۵ ٪ FPC) و تیمار ۲ (۱۰ ٪ FPC) تا پایان مدت نگهداری در رنج استاندارد (۲۵ = TVB-N میلی گرم / ۱۰۰ گرم) ماندگاری داشته است.

در تحقیقات انجام شده روی کلوچه ماهی به موردی مرتبط با اندازه گیری پراکسید برخورد نشد. با توجه به نتایج آماری جدول ۸.۴، پراکسید در هر ۴ تیمار در طول زمان افزایش یافته که به دلیل تجزیه اسیدهای چرب و شکستن باندهای تری گلسریدها و در نتیجه آزاد شدن رادیکالهای آزاد بوده است کمترین افزایش در تیمار شاهد و بیشترین افزایش در تیمار ۴ (۲۰ درصد FPC) می باشد با توجه به معنی دار بودن داده ها از فاز صفر تا ۳۰ روز ($P<0.05$) ولی از نظر حفظ کیفیت تیمار شاهد، تیمار ۱ (۵ ٪ FPC) تا پایان مدت نگهداری در رنج استاندارد (۵ = PV میلی اکی والان / ۱۰۰۰ گرم) ماندگاری داشته است.

سگال و همکاران در سال ۲۰۱۰ طعم کلوچه ماهی تولید شده با استفاده از گوشت ماهی کپور معمولی (*Cyprinus* carpio) در سه گروه وزنی مختلف را بررسی و اختلاف معنی دار در بین آنها گزارش کردند. راک اور در سال ۱۹۸۳ طعم کلوچه ماهی با گوشت قزل آلا، گوشت پولاک و گوشت هردو را بررسی و به اختلاف

معنی دار در سه گزینه دست یافتند. بهترین طعم در گزینه سوم بدست آمد. در بررسی نتایج حاصل از ارزیابی طعم و مزه مشاهده می شود که تیمارهای دو و سه از امتیازات نسبتا مناسبی برخوردار شده اند و داده های آنها معنی دار نمی باشد و به طور کل تیمار ۲ دارای نتایج بهتری می باشد.

سگال و همکاران در سال ۲۰۱۰ بو کلوچه ماهی تولید شده با استفاده از گوشت ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در سه گروه وزنی مختلف را بررسی و اختلاف معنی دار در بین آنها گزارش نکردند. در بررسی نتایج حاصل از ارزیابی بو مشاهده می شود که تفاوت چندانی بین تیمارهای مختلف وجود ندارد بلکه گذر زمان باعث کاهش کیفیت هرچهار تیمار شده است.

رنگ FPC که از انواع مختلف ماهی تهیه می گردد نیز متفاوت است. رنگ FPC تولید شده از ماهی سیم در تحقیق حاضر شیری رنگ در صورتی که طی تحقیق Dust در سال ۲۰۰۵ رنگ FPC تولید شده از ماهی ساردین قهوه ای روشن، هیک خاکستری روشن مایل به زرد یا قهوه ای روشن و ماهی آنچوی خاکستری تیره (Hasegawa, 1987) گزارش شده است. بطور کلی داشتن رنگ تیره مطلوب نبوده و میزان مصرف FPC را در غذاهای مختلف محدود می سازد (FDA, 2006). سگال و همکاران در سال ۲۰۱۰ رنگ کلوچه ماهی تولید شده با استفاده از گوشت ماهی کپور معمولی (*Cyprinus* carpio) در سه گروه وزنی مختلف را بررسی و اختلاف معنی دار در بین آنها گزارش نکردند. در تحقیق حاضر رنگ بافت در تیمار یک و دو تقریبا نسبتا به سایرین قابل قبول است.

دستورا در سال ۲۰۱۳ گزارش کرد که بافت کلوچه ماهی تولید شده با راک فیش سفت بوده است. بورگین و همکاران در سال ۱۹۸۵ گزارش کردند که اضافه کردن NaCl و Tripolyphosphate باعث سفت شدن بافت کلوچه ماهی تولید شده با گربه ماهی گردید. سگال و همکاران در سال ۲۰۱۰ رنگ کلوچه ماهی تولید شده با استفاده از گوشت ماهی کپور معمولی (*Cyprinus* carpio) در سه گروه وزنی مختلف را بررسی و اختلاف معنی دار در بین آنها گزارش کردند. با توجه به نتایج بررسی این تحقیق نشان داد که تیمار سوم بیشترین امتیاز باقتی را در پایان زمان آزمایش بدست آورد.

کیلینک و همکاران در سال ۲۰۰۷ گزارش دادند که کیفیت حسی (ظاهر، بافت، طعم و بو) در طی پنج روز نگهداری کاهش یافت. کلوچه ها تا روز چهارم قابل قبول بودند اما در روز پنجم شرایط آنها مناسب نبود. بنابراین عمر ماندگاری کلوچه های ساردین در شرایط یخچالی را چهار روز تعیین کردند.

پس از انجام آزمایشات ارزش غذایی (درصد پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر)، زمان ماندگاری با استفاده از آزمایشات فاکتورهای فساد (TVB-N میلی گرم / ۱۰۰ گرم، pH، TBArs میلی گرم مالون دی آلدئید/۱۰۰۰ گرم) و آزمایشات حسی (امتیاز نهایی محصول از نظر طعم و مزه، بو، رنگ و بافت) مشخص گردید از نظر ارزش غذایی و مخصوصا درصد پروتئین که مهمترین شاخص محصول می باشد تیمارهای با FPC بهتر بوده، از نظر فاکتورهای فساد تفاوت چندانی بین تیمارشاهد و مخصوصا تیمار با ۵٪ FPC وجود ندارد و همچنین از نظر حسی

در فاکتورهای طعم و مزه، بافت و بو نیز تیمارهای ۲ و ۳ با ۵ و ۱۰ درصد FPC یکسان ارزیابی شده ولی از لحاظ مدت نگهداری تیمار ۴ با ۲۰ درصد FPC داری ماندگاری کمتری بوده و می توان تیمار ۲ و ۳ را به عنوان فرمولاسیون برتر و برابر با تیمار شاهد در نظر گرفت و در نهایت با توجه به اینکه میزان پروئتین و TVN محصول نهایی به لحاظ ارزش غذایی و عمر ماندگاری مهم است، تیمار ۲ دارای اختلاف معنی دار با سایر تیمارها می باشد و می توان تولید نهایی را بر پایه تیمار ۲ انجام داد.

۵- نتیجه گیری نهایی

پس از انجام آزمایشات ارزش غذایی (درصد پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر)، زمان ماندگاری با استفاده از آزمایشات فاکتورهای فساد (TVB-N میلی گرم / ۱۰۰ گرم، pH، TBArs میلی گرم مالون دی آلدئید/۱۰۰۰ گرم) و آزمایشات حسی (امتیاز نهایی محصول از نظر طعم و مزه، بو، رنگ و بافت) مشخص گردید، از نظر ارزش غذایی و مخصوصا درصد پروتئین که مهمترین شاخص محصول می باشد تیمارهایدارای FPC بهتر بوده و از نظر فاکتورهای فساد تفاوت چندانی بین تیمارشاهد و مخصوصا تیمار با ۵٪ FPC وجود نداشت و همچنین از نظر حسی در فاکتورهای طعم و مزه، بافت و بو نیز تیمارهای ۲ و ۳ با ۵ و ۱۰ درصد FPC یکسان ارزیابی شده ولی از لحاظ مدت نگهداری می توان تیمار ۲ و ۳ را به عنوان فرمولاسیون برتر و برابر با تیمار شاهد در نظر گرفت و در نهایت با توجه به اینکه میزان پروئتین و TVN محصول نهایی به لحاظ ارزش غذایی و عمر ماندگاری مهم است، تیمار ۲ دارای اختلاف معنی دار با سایر تیمارها می باشد و می توان تولید نهایی را بر پایه تیمار ۲ انجام داد.

پیشنهادها

کنسانتره پروتئین ماهی تولیدی از ماهی سیم از درصد پروتئین بسیار بالایی برخوردار بوده (۶/ ۹۱ درصد) و حاوی انواع اسیدهای آمینه ضروری مورد نیاز بدن می باشد. از طرفی پروتئین آن قابلیت هضم و ارزش بیولوژیکی بالایی داشته و PER آن نیز در مقایسه با پروتئین های مفیدی نظیر کازئین بالاتر است. بنابراین می توان از آن به عنوان یک مکمل پروتئینی با ارزش در رژیم غذایی انسان استفاده نمود (FDA, 2001 و FAO, 2006)، لذا پیشنهاد می گردد:

۱. با بخش خصوصی، سرمایه گذاری در زمینه تولید صنعتی FPC صورت پذیرد چرا که:

الف) سبب فعال شدن بخش های وابسته به شیلات شده و علاوه بر ایجاد اشتغال در داخل کشور، امکان صادرات آن به سایر کشورها نیز فراهم می گردد.

ب) بخشی از ماهیان صید شده در فصول دیگر به صورت FPC ذخیره گردد تا علاوه بر جلوگیری از فساد مازاد صید، بتوان در فصلی که بهره برداری انجام نمی شود، این منبع پروتئینی را به صنایع وابسته ارائه نمود.

۲. همانطور که در این تحقیق بررسی گردید می توان از FPC در تولید فرآورده های دیگر مانند کلوچه ماهی و ... نیز استفاده نمود، لذا پیشنهاد می گردد با برگزاری همایش ها، سمینارها و ... این فرآورده غذایی با ارزش، هرچه بیشتر به صاحبان صنایع فوق معرفی شده و از طرفی با تبلیغات وسیع از طریق وسایل ارتباط جمعی، فواید استفاده از چنین غذاهایی به عموم مردم آموزش داده شود.

۳. براساس نتایج حاصله از این تحقیق، نگهداری کنسانتره پروتئین ماهی به مراتب ساده تر و کم هزینه تر بوده و نیاز به صرف هزینه های فراوان در زمینه احداث سردخانه های مدرن جهت نگهداری و همچنین خریداری انواع کانتینرهای دارای سردخانه جهت حمل و نقل ماهی نیست و از طرفی ضایعات ناشی از فساد ماهی در هر یک از این مراحل شدیداً کاهش خواهد یافت در صورتی که در مقایسه با ماهی تازه دارای میزان پروتئین بسیار بالایی می باشد لذا پیشنهاد می گردد تلاش در زمنیه تولید صنعتی کنسانتره پروتئین ماهی صورت پذیرد.

۵. ساخت دستگاه به منظور تولید کنسانتره پروتئین ماهی به منظور افزایش سرانه مصرف پروتئین حیوانی در کشور.

ارزیابی اقتصادی پروژه

بر این اساس قیمت مواد اولیه مورد نیاز بر اساس تهیه یک کیلوگرم FPC ۳۰۰۰۰ ریال ارزیابی شده است.

کنسانتره پروتئین ماهی فرآورده ای است که جهت غنی سازی بسیاری از محصولات و افزایش ارزش غذایی پروتئین آن ها به کار می رود، بدین سبب این ماده باید با ارزش پروتئین خالص مواد مشابه آن قابل قیاس باشد. با در نظر گرفتن این نکته که میزان پروتئینFPC به طور متوسط ۸۵ درصد است نرخ هر کیلوگرم پروتئین خالص ۳۰۰۰۰۰ ریال است:

جهت تعیین ارزش این محصول لازم است که نرخ پروتئین خالص چند نمونه از مواد پروتئین محاسبه گردد:

قیمت یک کیلوگرم شیر خشک ۱۷۵۰۰۰ ریال می باشد با توجه به این که میزان پروتئین خالص شیرخشک ۳۵ درصد است قیمت یک کیلوگرم پروتئین شیر خشک ۵۰۰۰۰۰ ریال است، همین طور قیمت یک کیلوگوشت قرمز ۳۰۰۰۰۰ ریال است، با توجه به میزان پروتئین گوشت که ۲۴ درصد است قیمت یک کیلوپروتئین خالص گوشت ۱۲۶۰۰۰۰۰ ریال محاسبه می گردد.

محاسبات فوق نشان می دهند که تولید کنسانتره پروتئین ماهی در مقیاس صنعتی مقرون به صرفه بوده و کاملاً توجیه پذیر است.

قیمت محاسبه شده برای هر عدد کلوچه ماهی غنی سازی شده با FPC

ردیف	مواد مورد نیاز	مقدار مورد نیاز	قیمت هر کیلو و لیتر /به ریال
۱	کنسانتره پروتئین مورد نیاز	۵ گرم	۱۵۰۰
۲	روغن مایع آفتابگردان	۱۰ سی سی	۴۰۰
۳	آرد گندم	۷۰ گرم	۱۴۰۰
۴	مخمر	۰/۵ گرم	۵۰
۵	شکر	۳۰	۹۰۰
جمع	بدون احتساب هزینه های جانبی (برق ، آب ، کارگری، بسته بندی ، حمل و نقل	۴۲۵۰۰	

تشکر و قدردانی

از جناب آقای دکتر یزدان مرادی رئیس بخش زیست فناوری موسسه به جهت حمایتهای علمی در اجرایی این پروژه تشکر و قدردانی می نمایم .

از جناب آقای دکتر شاهمحمدی مدیر گروه فرآوری موسسه و مشاور در انجام این تحقیق تشکر می نمایم .

از جناب آقای دکتر کوچکیان مشاور در انجام این تحقیق تشکر می نمایم .

از مدیریت کارخانه مخصوص فرآور به دلیل اخذ قراداد همکاری در اجرایی این پروژه تشکر و قدردانی می نمایم .

از کلیه همکاران این تحقیق و بخش تحقیقات فرآوری آبزیان صمیمانه قدردانی می نمایم .

منابع

۱- آلبرت لنینگر، مایکل کاکس، دیویدلی نلسون. اصول بیوشیمی لنینجر. ترجمه رضا محمدی. آییژ، ۱۳۸۵.

۲- استاندارد ۱-۲۳۹۴، (۱۳۷۸). ماهی و میگو دودی. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

۳- استاندارد۵۶۲۴ ، (۱۳۸۰). ماهی شور، ویژگیها و روشهای آزمون

۴- استاندارد ۳۵۸۰، (۱۳۷۴). آزمون حسی ، روش شناسی و روش های نمونه برداری. تشخیص عطر و طعم. چاپ اول. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

۵- استاندارد ۲۳۲۵، (۱۳۷۴). آئین کاربرد روشهای عمومی آزمایشگاههای میکروبی مواد غذائی. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

۶- استاندارد ۵۲۷۲، (۱۳۷۹). میکروبیولوژی مواد غذائی و خوراک دام- شمارش کلی میکروارگانیسم ها. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

۷- اژدری، م. ۱۳۸۶. تهیه بستنی از کنسانتره پروتیئن ماهی کپو رنقره ای. پایان نامه دکترا. ۷۶ صفحه.

۸- پروانه، ویدا. (۱۳۷۴). کنترل کیفی و آزمایشهای شیمی مواد غذایی. انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

۹- تحقیقات جهاد مهندسی خراسان، ۱۳۷۰. تهیه کنسانتره پروتئین ماهی. بخش تکنولوژی فرآورده‌های شیلاتی. شماره ثبت ۲۴۰. ۲۰۶ صفحه.

۱۰- دغاغله، منی. (۱۳۸۹). فرآورده های نوین شیلاتی. انتشارات علمی آبزیان

۱۱- زکی‌پور رحیم‌آبادی، اسحق. نظامی، شعبانی(۱۳۷۶)، بررسی رژیم غذایی ماهی فیتوفاگ در مرحله انگشت قدی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس.

۱۲- سازمان شیلات ایران. (۱۳۸۳). برنامه پنج ساله چهارم توسعه اقتصادی شیلات ایران. تهران.

۱۳- سازمان شیلات ایران. ۱۳۹۳. سالنامه آماری شیلات ایران ۱۳۹۲ – ۱۳۸۲. دفتر برنامه و بودجه.

۱۴- ستاری، مسعود. ۱۳۸۲. ماهی شناسی (۲) سیستماتیک. انتشارات حق شناس

۱۵- صندوق مطالعاتی شیلات وآبزیان، مجتمع فرآورده های کیلکا (مطالعات توجیهی). ۱۳۶۸.

۱۶- صدق پور، سولماز. ۱۳۹۳. آمار صید و آبزی پروری جهانی ۲۰۱۴. دفتر برنامه و بودجه سازمان شیلات ایران.

۱۷- عبدالملکی، شهرام. ۱۳۸۴. پویایی شناسی جمعیت ماهی سیم (*Abramis brama orientalis*) در سواحل ایرانی دریای خزر در سال ۱۳۸۰ – ۱۳۷۹. پژوهش و سازندگی. شماره ۶۸ پائیز ۱۳۸۴.

۱۸- کریم، گیتی. (۱۳۷۴). آزمونهای میکروبی مواد غذایی. انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

۱۹- کوچکیان صبور، انوشه. یاسمی، مهران. ۱۳۹۰. فناوری تولید فرآورده های شیلاتی. انتشارات موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی

۲۰- لاسلو، هوروات. گزیلا، تاماس. کریس، سیکرو. (۱۳۸۴)، تکثیر و پرورش کپور و سایر ماهیان پرورشی. ترجمه: خوش‌خلق، مجیدرضا. انتشارات دانشگاه گیلان.

۲۱- معینی، سهراب. خوشخو، ژاله. مهدابی، مهداد. (۱۳۹۱). آبزیان و فرآوری. انتشارات دانشگاه تهران.

۲۲- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۰. ماهی تازه-ویژگی‌ها، شماره ۵۶۲۳.

۲۳- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷۷. ماهی و میگو- ویژگی‌های میکروبی،شماره ۱- ۲۳۹۴.

۲۴- ماجدی، م. ۱۳۷۳. روش های آزمون شیمیایی مواد غذایی. انتشارات دانشگاه تهران، ۱۰۸ صفحه.

۲۵- وثوقی، غلامحسین. مستجیر، بهزاد. ۱۳۷۹. ماهیان آب شیرین. انتشارات دانشگاه تهران

۲۶- هاشمی تنکابنی، ا. ۱۳۶۴. آزمایش روغن ها و چربی ها. انتشارات دانشگاه تهران. ۶۵۰ صفحه (۴۰۶-۴۰۸).

27. Ahmed. *E.M. et al*. 1983. Effects of Salt, Tripolyphosphate and Sodium Alginate on the Texture and Flavor of Fish Patties Prepared fronn Minced Sheepshead. Journal of Food Science 48. Pages 1078-1080.
28. Altieri B., Speranza B., and Sinigaglia. 2005. Suitability of biofidobacteria and thymol biopreservatives in extending the shelf life of fresh packed plaice fillets. Journal of Applied Microbiology. Vol 99, PP 1294-1302.
29. Anderson J. S., Lall S. p., and Anderson D. M. 1993. Evaluation of protein quality in fish meals by chemical and biological assay. Aquaculture. Vol 115, PP 305- 325.
30. A.O.A.C. 1984. Official methods of Analysis (14th edition) , Association of Official Analytical Chemitis, Washington. D. C. USA.
31. A.O.A.C. 1990. Official methods of Analysis (15th edition) , Association of Official Analytical Chemitis, Arlington, V. A.
32. Bardócz S. 1995. Polyamines in food and their consequences for food quality and human health. Trends Food Science Technology. 6 : 341–346.
33. Barrett G. C. and Elmore D. T. 1998. Amino Acids and Peptides by - Cambridge University Press, UK
34. Beklevik G., Polat A., and Ozogul F. 2004. Nutritional value of sea bass fillet during frozen storage. Journal Vet Animal Science. PP 891- 895.
35. BELL0 *r.a.* and PIGOTT g.m. 1980. DRIED FISH PATTIES: STORAGE STABILITY AND ECONOMIC CONSIDERATIONS. Journal of Food Processing and Preservation 4. Pages 247-260.
36. Bligh.E. G. and Dyer. W. J. 1959. A rapid method of total lipid extraction, Canadian Journal of Biochemistry and Physiology. Vol 37, PP911- 917.
37. Borquez, R., Koller, W. D., Wolf, W., & Spieb, W. E. L. 1997. Stability of n-3 fatty acid of fish protein concentrate during drying and storage. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 22, 508-512.
38. Branden C, Tooze J. 1999. *Introduction to Protein Structure*. New York: Garland Pub
39. Burgin, *J. et al*. 1985. Effects of Salt and Tripolyphosphate on Some Quality Characteristics of Breaded Patties made from Catfish Trimmings. Journal of Food Science 50. Pages 1598-1601.
40. Cluskey S., Connolly J.F., Devery R., Kelly J., and Stanton C. 1997. Lipid and cholesterol oxidation in whole milk powder during processing and storage. Journal of Food Science. Vol 47, PP 63-75.
41. Cordova Murueta, J. H., Navarrete del Toro, M. L., & Garcia Carreno, F. 2007. Concentrates of fish protein from bycatch species produced by various drying peocesses. *Food Chemistry*, 100, 705-711.
42. Destura, F. Haard, N.F. 2013. Development of Intermediate Moisture Fish Patties from Minced Rockfish Meat (*Sebastes* sp.). Journal of Aquatic Food Product Technology. Pages 77-94.
43. Doraiswamy. 1963. Fish protein food in feeding trials wih school children . Indian Journal Pediant. Vol 30, PP 266.
44. Drozdowski, B., & Ackman, R. G. 1969. Isopropyl alcohol extraction of oil and lipids in the production of fish protein concentrate from herring. *Journal of American Oil Chemists Society*, 46, 371-376.
45. Ershoff B.H., Lal J.B., Bernick S.. 1970. Beneficial affects of fish protein concentrate on increment in body wight and microscopic appearance of the tibia and alveolar bone of rats fed a wheat flour containing ration. Journal of Dent.res. Vol 44(3), PP 581- 588.
46. ESPE. M. 1999. Nutrition absorption and growth of Atlantic salmon fed fish protein concentrate. Journal of A quacucture. Vol 174, pp 119- 137.
47. FAO. (2010) Fish Protein Concentrate, fish flour, fish hydrolyzate. Animal Feed resource information system. http://www.FAO.ORG

48. FDA.(2006) Food additives permitted for direct addition to food for human consumption. FDA, department of health and human services.
49. Gimenez, *B. et al*. 2010. Evaluation of lipid oxidation in horse mackerel patties covered with borage – containing film during frozen storage. Food Chemistry 124. Pages 1393-1403.
50. Gunstone F.D, Harwood J.L. , and Dijkstra A.J. 2007. The Lipid Handbook, 3rd ed., New York (Chapman & Hall) .
51. Hasegawa, H. 1987. Laboratory manual on analytical methods and procedures for fish and fish products. Southern Asian Fishereis Development Center, Singapore. A-3. 1-2, B- 3. 1-25, E- 2.1 -3.
52. Kazancheev.E.N. 1981. Fish of the Caspian sea. Light and Food Industry. Moscow.
53. Kellenbarger S. 1961. Available lysine as an index of fish meal quality. Poult Science. Vol 40, PP 1756-1759.
54. Kilinc *B. et al*. 2007. QUALITY CHANGES OF SARDINE (*Sardina pilchardus*) PATTIES DURING REFRIGERATED STORAGE. Journal of Food Quality 31. Pages 366-381
55. Kilinc, *B*. 2007. Microbiological, sensory and color changes of anchovy (*Engraulis encrasicholus*) patties during refrigerated storage. Journal of Muscle Foods 20. Pages 129-137.
56. Koller W. D., and Wolf W. 1996. Stability of n-3 Fatty acids of fish protein concentrate during drying and storage. Academic Oress Limitted. Vol 30, PP 5-17.
57. Kvitka, E. F., & Chen, T. S. 1982. Fish protein concentrate as a protein supplement in four baked products. *Family and Consumer Sciences Research Journal*, 11, 159-165.
58. Labuza T. P., Tannenbaum S.R., and Karel M. 1970. Water content and stability of low moisture and intermediate moisture foods. Food Technol, Vol 24, PP 35.
59. Langmyhr, F. J., & Orre, S. 1980. Direct atomic adsorbtion spectrometric determination of chromium, cobalt and nickel in fish protein concentrate and dried fish soluble. *Analytical Chmica Acta*, 118, 307-311.
60. Lesson S., and Summers J. D. 2005. Cimmercial poultry nutrition. 3th ed. University book. Guelph, Ontario, Canada.
61. Lo´pez-Caballero, *M.E. et al*. 2004. A chitosan–gelatin blend as a coating for fish patties. Food Hydrocolloids 19. Pages 303-311.
62. McPhee, A. D., & Dubrow, D. L. 1972. Application of ternary equilibrium data to the production of fish protein concentrate. *Journal of American Oil Chemists Society*, 49, 501-504.
63. Nelson G., Paxton, J.R., and Eschmeyer W.N. 1998. *Encyclopedia of Fishes*. San Diego: Academic Press. pp. 91-95.
64. Rasekh, J. G., Stillings, B. R., & Dubrow, D. L. 2001. Moister adsorbtion of fish protein concentrate at various relative humidities and temperatures. *Journal of Food Science*, 36, 705-707.
65. Salgado, *P. et al*. 2012. Sunflower protein films incorporated with clove essential oil have potential application for the preservation of fish patties. Food Hydrocolloids 33. Pages 74-84.
66. Sehgal, *H. et al*. 2008. Some quality aspects of fish patties prepared from an Indian major carp, Labeo rohita (Ham.). International Journal of Food Sciences and Nutrition. Pages 192-201.
67. Sehgal, *H. et al*. 2010. Nutritional, microbial and organoleptic qualities of fish patties prepared from carp (*Cyprinus carpio Linn.*) of three weight groups. J Food Sci Technol. Pages 242-245.
68. Shahidi F Botta J.R. 1994. Seafood proteins and preparation of protein concentrates. Seafoods: Chemistry, processing technology and quality, Chapman & Hall, London PP 3–9.
69. Shahidi, F. 1995. Protein concentrates from underutilized aquatic species. *Developments in Food Science*, 37, 1441-1451.
70. Shuze. *T. et al*. 2000. Antioxidative effect of added tea catechins on susceptibility of cooked red meat, poultry and fish patties to lipid oxidation. Food Research International 34. Pages 651-657.
71. Smith R. E., and Sscott H. M. 1965. Biological evaluation of fish meal protein as source of amino acids for the groeing chick. Poult Science. Vol 44, PP 394- 400.
72. Strydom, D. J and Choen, S. A. 1993. Technique in protein chemistry. IV. Academic Press, SanDiego, pp 299- 301.
73. Suzuki T .1981.Fish and akrill protein precessing technology and applied science publisher LTD. London. 115- 120.
74. Taguchi. K. 2004. Fish protein concentrate from salted sardine. Journal of the Scientific Reports of Kyoto Prefectural University. Vol 31, PP 17- 21.
75. Thomas. A. 2006. Concentration of mercury in manufacture of fish protein concentration by isopropyl alcohol of shepherd and carp. Journal of Environmental and Ttechnology.
76. Van Soest Peter J., 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant published by Cornell University Press.

77. Waldroup P.W., Wallwghem P. V., and Fry J. L. 1965. Fish meal studies. Poult Science. Vol 44, PP 1012-1016.
78. Windsor. M.L. 2001. Fish protein concentrate. FAO. Corporate document repository. Torry advisory note NO\;39.
79. Zein, G. N., El-Bedawey, A. El-F., El-Sherbiney, A. M., & Dawoud, M. A. 1984. Studies on fish protein concentrate and fish meal from river Nile bolti fish (*Tilapia nilotica*). *Food / Nahrung*, 29, pp 523-532.

پیوست

جدول ۱.۴. نتایج میانگین درصد ترکیبات تقریبی در گوشت و کنسانتره پروتئین ماهی سیم در فاز صفر قبل از تولید

محصول	پروتئین	چربی	خاکستر	رطوبت
گوشت چرخ شده ماهی سیم (وزن تر)	۲۰/۱۱ ± ۰/۰۲ [a]	۷ ± ۰/۱۴ [a]	۰/۹۹ ± ۰/۰۷ [a]	۷۲/۳ ± ۰/۴۷ [a]
کنسانتره پروتئین ماهی (FPC) (وزن خشک)	۹۱/۶۳ ± ۰/۰۹ [b]	۰/۵۳ ± ۰/۰۲ [b]	۰/۲۶ ± ۰/۰۱ [b]	۶/۱۲ ± ۰/۰۳ [b]

جدول ۲.۴. نتایج آماری آزمایشات ترکیبات تقریبی درصد پروتئین در تیمار شاهد و ۳ تیمار کلوچه ماهی تولید شده با نسبتهای از ۵ – ۲۰ ٪ کنسانتره پروتئین ماهی (FPC).

زمان	تیمار ۱ (شاهد ، بدون FPC)	تیمار ۲ . ۵٪ FPC	تیمار ۳ . ۱۰ ٪ FPC	تیمار ۴ . ۲۰٪ FPC
فاز صفر	5.63±0.04	11.78±0.03	16.44±0.02	21.1±0.04
پس از ۱۰ روز	5.56±0.04	11.21±0.02	16.15±0.02	20.93±0.03
پس از ۲۰ روز	5.24±0.04	10.9±0.04	15.63±0.05	19.79±0.04
پس از ۳۰ روز	4.78±0.03	10.14±0.04	14.69±0.04	17.84±0.03

چربی:

جدول۳.۴. نتایج آماری آزمایشات ترکیبات تقریبی درصد چربی در تیمار شاهد و ۳ تیمار کلوچه ماهی تولید شده با نسبتهای از ۵ – ۲۰ ٪ کنسانتره پروتئین ماهی (FPC).

زمان	تیمار ۱ (شاهد ، بدون FPC)	تیمار ۲ . ۵٪ FPC	تیمار ۳ . ۱۰ ٪ FPC	تیمار ۴ . ۲۰٪ FPC
فاز صفر	19.39±0.02	19.45±0.007	19.48±0.01	19.51±0.02
پس از ۱۰ روز	19.58±0.03	19.7±0.04	19.88±0.01	20.04±0.09
پس از ۲۰ روز	22.39±0.02	23.18±0.01	23.29±0.02	23.49±0.02
پس از ۳۰ روز	23.12±0.02	23.39±0.03	23.55±0.02	23.67±0.05

رطوبت:

جدول ۴.۴. نتایج آماری آزمایشات ترکیبات تقریبی درصد رطوبت در تیمار شاهد و ۳ تیمار کلوچه ماهی تولید شده با نسبتهای از ۵ – ۲۰ ٪ کنسانتره پروتئین ماهی (FPC).

زمان	تیمار ۱ (شاهد ، بدون FPC)	تیمار ۲ . ۵٪ FPC	تیمار ۳ . ۱۰ ٪ FPC	تیمار ۴ . ۲۰٪ FPC
فاز صفر	21.01±0.08	21.17±0.07	21.56±0.19	21.88±0.07
پس از ۱۰ روز	20.39±0.02	20.71±0.09	21.06±0.09	21.29±0.02
پس از ۲۰ روز	19.6±0.09	19.72±0.02	19.79±0.02	19.86±0.02
پس از ۳۰ روز	17.58±0.02	17.85±0.02	17.91±0.01	18.11±0.02

خاکستر:

جدول ۵.۴. نتایج آماری آزمایشات ترکیبات تقریبی درصد خاکستر در تیمار شاهد و ۳ تیمار کلوچه ماهی تولید شده با نسبتهای از ۵ – ۲۰ ٪ کنسانتره پروتئین ماهی (FPC) .

زمان	تیمار ۱ (شاهد ، بدون FPC)	تیمار ۲ . ۵٪ FPC	تیمار ۳ . ۱۰ ٪ FPC	تیمار ۴ . ۲۰٪ FPC
فاز صفر	0.99±0.12	0.99±0.11	0.99±0.03	0.99±0.04
پس از ۱۰ روز	0.99±0.007	1.06±0.01	1.12±0.01	1.18±0.007
پس از ۲۰ روز	1.04±0.01	1.1±0.007	1.17±0.02	1.2±0.007
پس از ۳۰ روز	1.13±0.04	1.19±0.007	1.25±0.02	1.32±0.01

: PH

جدول ۶.۴. میانگین آماری داده های مربوط به pH اندازه گیری شده در تیمار شاهد و تیمارهای کلوچه ماهی تولید شده با نسبتهای از ۵ – ۲۰ درصد FPC از فاز صفر پس از تولید و ۳۰ روز نگهداری در دمای محیط

زمان	تیمار ۱ (شاهد ، بدون FPC)	تیمار ۲ . ۵٪ FPC	تیمار ۳ . ۱۰ ٪ FPC	تیمار ۴ . ۲۰٪ FPC
فاز صفر	6.08 ± 0.02^{b}	6.1 ± 0.02^{a}	6.1 ± 0.02^{a}	6.1 ± 0.11^{a}
پس از ۱۰ روز	6.07 ± 0.01^{a}	6.02 ± 0.01^{a}	5.93 ± 0.03^{a}	5.85 ± 0.02^{b}
پس از ۲۰ روز	5.91 ± 0.02^{a}	5.84 ± 0.04^{a}	5.76 ± 0.03^{d}	5.71 ± 0.02^{d}
پس از ۳۰ روز	5.81 ± 0.02^{a}	5.73 ± 0.02^{a}	5.65 ± 0.02^{b}	5.51 ± 0.02^{c}

: TVB-N

دول ۷.۴. میانگین داده های آماری اندازه گیری ازت آزاد (TVB-N میلی گرم / ۱۰۰ گرم) در تیمار شاهد و تیمارهای کلوچه ماهی تولید شده با نسبتهای ۵ – ۲۰ درصد FPC پس از ۳۰ روز نگهداری در دمای محیط

زمان	تیمار ۱ (شاهد ، بدون FPC)	تیمار ۲ . ۵٪ FPC	تیمار ۳ . ۱۰ ٪ FPC	تیمار ۴ . ۲۰٪ FPC
فاز صفر	7 ± 0.97^{d}	8.4 ± 0.88^{c}	9.8 ± 0.85^{b}	11.2 ± 0.98^{a}
پس از ۱۰ روز	9.1 ± 0.98^{d}	11.9 ± 0.98^{c}	15.4 ± 0.76^{b}	17.5 ± 0.98^{a}
پس از ۲۰ روز	16.1 ± 0.98^{d}	19.6 ± 0.98^{c}	21.7 ± 0.98^{b}	23.8 ± 0.88^{a}
پس از ۳۰ روز	21 ± 0.86^{d}	23.1 ± 0.98^{c}	23.8 ± 0.89^{b}	25.9 ± 0.98^{a}

: PV

جدول ۸.۴. میانگین داده های آماری اندازه گیری پراکسید (PV میلی اکی والان / ۱۰۰۰ گرم) در تیمار شاهد و تیمارهای کلوچه ماهی تولید شده با نسبتهای ۵ – ۲۰ درصد FPC پس از ۳۰ روز نگهداری در دمای محیط

زمان	تیمار ۱ (شاهد ، بدون FPC)	تیمار ۲ . ۵٪ FPC	تیمار ۳ . ۱۰ ٪ FPC	تیمار ۴ . ۲۰٪ FPC
فاز صفر	0 ± 0^{a}	0 ± 0^{a}	0 ± 0^{a}	0 ± 0^{a}
پس از ۱۰ روز	0.7 ± 0.03^{c}	0.96 ± 0.01^{b}	1.05 ± 0.02^{a}	1.13 ± 0.02^{a}
پس از ۲۰ روز	2.37 ± 0.04^{d}	2.89 ± 0.04^{c}	3.14 ± 0.06^{b}	3.34 ± 0.02^{a}
پس از ۳۰ روز	4.19 ± 0.007^{b}	4.35 ± 0.02^{a}	5.24 ± 0.02^{a}	5.44 ± 0.04^{a}

طعم و مزه:

جدول ۹.۴. نتایج آماری آزمایشات حسی فاکتور طعم و مزه در تیمار شاهد و ۳ تیمار کلوچه ماهی تولید شده با نسبتهای از ۵ – ۲۰ ٪ کنسانتره پروتئین ماهی (FPC).

زمان	تیمار ۱ (شاهد ، بدون FPC)	تیمار ۲ . ۵٪ FPC	تیمار ۳ . ۱۰ ٪ FPC	تیمار ۴ . ۲۰٪ FPC
فاز صفر	4.3±0.82	4.2±0.63	4.2±0.78	4.4±0.51
پس از ۱۰ روز	4.11±0.78	3.77±0.66	3.66±0.5	3.55±0.72
پس از ۲۰ روز	2.5±0.53	2.25±0.46	2.12±0.35	2.12±0.35
پس از ۳۰ روز	2.5±0.54	2.33±0.5	2.33±0.50	2.16±0.40

بو :

جدول ۱۰.۴. نتایج آماری آزمایشات حسی فاکتور بو در تیمار شاهد و ۳ تیمار کلوچه ماهی تولید شده با نسبتهای از ۵ – ۲۰ ٪ کنسانتره پروتئین ماهی (FPC).

زمان	تیمار ۱ (شاهد ، بدون FPC)	تیمار ۲ . ۵٪ FPC	تیمار ۳ . ۱۰ ٪ FPC	تیمار ۴ . ۲۰٪ FPC
فاز صفر	4.6±0.69	4.5±0.70	4.3±0.82	4.5±0.52
پس از ۱۰ روز	4.11±0.78	3.88±0.60	3.77±0.44	3.88±0.78
پس از ۲۰ روز	2.62±0.51	2.37±0.51	2.37±0.51	2.5±0.53
پس از ۳۰ روز	2.66±0.51	2.33±0.51	2.33±0.51	2.5±0.54

رنگ :

جدول ۱۱.۴. نتایج آماری آزمایشات حسی فاکتور رنگ در تیمار شاهد و ۳ تیمار کلوچه ماهی تولید شده با نسبتهای از ۵ – ۲۰ ٪ کنسانتره پروتئین ماهی (FPC).

زمان	تیمار ۱ (شاهد ، بدون FPC)	تیمار ۲ . ۵٪ FPC	تیمار ۳ . ۱۰ ٪ FPC	تیمار ۴ . ۲۰٪ FPC
فاز صفر	4.6±0.69	4.5±0.84	4.2±0.91	4.8±0.63
پس از ۱۰ روز	4.55±0.52	4±0.86	4±0.70	3.88±0.74
پس از ۲۰ روز	3.37±0.51	2.75±0.46	2.37±0.51	2.87±0.64
پس از ۳۰ روز	2.83±0.40	2.33±0.51	2.66±0.51	2.33±0.51

بافت :

جدول ۱۲.۴. نتایج آماری آزمایشات حسی فاکتور بافت در تیمار شاهد و ۳ تیمار کلوچه ماهی تولید شده با نسبتهای از ۵ – ۲۰ ٪ کنسانتره پروتئین ماهی (FPC).

زمان	تیمار ۱ (شاهد ، بدون FPC)	تیمار ۲ . ۵٪ FPC	تیمار ۳ . ۱۰ ٪ FPC	تیمار ۴ . ۲۰٪ FPC
فاز صفر	4.4±0.84	4.3±0.67	4.1±0.56	4.3±0.48
پس از ۱۰ روز	3.88±0.78	3.22±0.83	3.11±1.16	2.88±0.92
پس از ۲۰ روز	2.5±0.53	2.12±0.35	2.12±0.35	2±0.88
پس از ۳۰ روز	2.33±0.51	2.16±0.40	2.5±0.54	2±0.96

Abstract
Abrams brama distribution in the Caspian and most of it is in the Anzali lagon. Completed in the rivers to spawn or hibernate done, hibernation mass takes place in the well of the rivers, which feed the crustaceans, mollusks and aquatic insects are born. This fish is almost vertical and is able to search for food in the mud in shallow waters and residents due to competition for food with other species of plankton and plants inevitably feed. This fish has an economic value and good taste for meat consumption has become common. Fish patty prepared food that is easy to cook and good demand. The benefits of fish patty are the most of fresh fish, good use of raw materials, availability of several species of fish in the product, socio-economic benefits for fishermen and fishing industry, product nutritional value and high in protein rejection. Fish Protein Concentrate is a healthy food products, durable and of high nutritional value of fish and hygienic manner in which the protein and other nutrients found in fresh fish and more compact than the long-term maintenance and diverse the second is for the production of food products. The study aimed at producing FPC type A string of fish, fish cakes prepared by the FPC obtained and reviewed the nutritional value, acceptance and endurance cookies generated at room temperature for one month . After examination of the nutritional value, shelf-life tests using factors of corruption, TVB-N, pH, TBA_{rs} and sensory tests showed that the most important indicator of the value of food, especially protein product treatments with better FPC and the factors corruption is not much difference between 5% FPC and blank treatment. The final product is important in terms of nutritional value and shelf life, group 2 has a significant difference with other treatments and the final product can be made on the basis of treatment 2.

Keywords: Fish protein concentration, Add value, Fish patty , Shelf life

Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute – Aquatics Fish Processing Research Center

---

Project Title : Study the add value and acceptance of fish patty produced by FPC of *Abramis brama*
Approved Number: 4-12-12-92153
Author: Aliasghar khanipour
Project Researcher : Aliasghar khanipour
Collaborator(s) : R . Abdmosavi , H . Shahmohammdi , SH. jalili, , A. Koochekian. G. Zareh Ghashti, F. Khodabandeh, F. Rafipour, S. Kamali, F. Noghani M. Seyfzade , K. Zolfiezhad, A.R. Shavikloo, F. Lakzaei
Advisor(s): -
Supervisor: -
Location of execution : Guilan province
Date of Beginning : 2014
Period of execution : 1 Year
Publisher : Iranian Fisheries Science Research Institute
Date of publishing : 2016

All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute -Aquatics Fish Processing Research Center

Project Title :

Study the add value and acceptance of fish patty produced by FPC of *Abramis brama*

Project Researcher :

Ali Asghar Khanipour

Register NO.

49232