Homepagr: https://sanad.iau.ir/journal/jfst E-ISSN: 2676-7155

(Original Research Paper)

Investigating the Effects of Drying on the Chemical, Sensory, Microbial, Functional, and Nutritional Value of Fish Protein Concentrate from *Abramis brama*

Reza Taati[1], Mina Seifzadeh[2*], Parastoo Bolandraftar[1]

1 - Department of Fisheries, Talesh Branch, Islamic Azad University, Talesh, Iran.
2 – National Fish Processing Research Center, Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Anzali, Iran.

Received:08/07/2023 Accepted:20/09/2023

DOI: 10.71810/jfst.2024.1004749

Abstract

Fish protein concentrate (FPC) is a milky or grayish-white powder with high nutritional value prepared from edible fish in many countries. The present study investigated the effect of oven and vacuum dryer drying methods on the FPC of *Abramis brama*, compared their quality characteristics, and introduced the best treatment for FPC production. FPC was prepared by solvent method (Isopropanol). The treatments including oven-dried FPC (Treatment 1) and vacuum dryer (Treatment 2) were kept at room temperature for 30 days. FPC was determined as type A. In treatments 1 and 2, unlike fat and ash, moisture and protein (0.32-0.41, 0.97-0.10, 6.57-62.70 and 88.53-90.72%) and (0.18 – 0.23, 0.98-1.00, 5.79- 7.13, and 89.71-91.30%) showed a significant difference during storage time ($p<0.05$). Nutritional value did not show differences between experimental treatments ($p>0.05$). Unlike pH (6.62-6.99 and 6.53-6.78), TVB-N indices (9.83 - 24.50 and 9.81- 21.75 mg/100g), TBARS (0.19 – 0.98 and 0.18 – 0.81 mg/kg) and peroxide (0.54-1.65 and 0.34 – 1.15 meq/kg oil) increased in treatments 1 and 2 during storage time ($p< 0.05$). At the end of storage time, TVB-N (21.75 and 24.50 mg/100g) showed a significant difference between experimental treatments ($p<0.05$). Also, in treatment 2, the indices of color, smell, taste, overall acceptance, and solubility (4.39, 4.22, 3.86, 3.32, and 87.95%) are higher than treatment 1 (1.32, 3.62, 3.34, 2.16 and 64.11%). In treatments, the total bacterial counts, coliform, *Escherichia coli, Salmonella*, and *Staphylococcus* were not observed. Because the chemical indicators in the experimental treatments were acceptable, higher solubility and lack of significant changes in sensory characteristics in treatment 2 during the storage period of FPC drying by vacuum dryer are suggested to the food industry.

Keywords: *Abramis brama,* Fish Protein Concentrate, Nutritional Vlue, Quality, Sensory Characteristics.

* Corresponding Author: m_seifzadeh_Id@yahoo.com

E-ISSN: 2676-7155 سایت مجله: https://sanad.iau.ir/journal/jfst

(مقاله پژوهشی)

بررسی اثرات خشک‌کردن روی ویژگی‌های شیمیایی، حسی، میکروبی، فراسودمندی و ارزش غذایی کنسانتره پروتئین ماهی سیم (*Abramis brama*)

رضا طاعتی[1]، مینا سیف زاده[2]*، پرستو بلندرفتار[1]

۱ - گروه شیلات، واحد تالش، دانشگاه آزاد اسلامی، تالش. ایران.

۲ - مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان، پژوهشکده آبزی پروری آب های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، انزلی، ایران.

تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۰۴/۱۷ تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۰۶/۲۹

DOI: 10.71810/jfst.2024.1004749

چکیده

کنسانتره پروتئین ماهی (FPC) پودر شیری رنگ یا سفید مایل به خاکستری با ارزش غذایی بالاست که در کشورهای بسیاری از ماهیان خوراکی تهیه می‌شود. مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر روش‌های خشک کردن توسط آون و وکیوم درایر بر FPC ماهی سیم، مقایسه ویژگی‌های کیفی و معرفی بهترین تیمار برای تولید FPC انجام شد. FPC به روش حلال (ایزوپروپانول) تهیه شد. تیمارها شامل FPC خشک شده در آون (تیمار۱) و وکیوم درایر (تیمار۲) به مدت ۳۰ روز در محیط نگهداری شدند. FPC از نوع A بود. در تیمارهای ۱ و ۲ بر خلاف چربی و خاکستر، رطوبت و پروتئین (۰/۴۱ - ۰/۳۲، ۱ - ۰/۹۷، ۷/۶۲ - ۶/۵۷ و ۹۰/۷۲ -۸۸/۵۳ درصد) و (۰/۲۳- ۰/۱۸، ۱- ۰/۹۸، ۷/۱۳-۵/۷۹ و ۹۱/۳۰-۸۹/۷۱ درصد) طی نگهداری تفاوت معنی‌دار نداشتند ($p<0.05$). ارزش غذایی بین تیمارهای آزمایشی تفاوت نشان نداد ($p>0.05$). برخلاف pH (۶/۹۹- ۶/۶۲ و ۶/۷۸- ۶/۵۳)، TVB-N (۲۴/۵۰ – ۹/۸۳ mg/100g و ۲۱/۷۵- ۹/۸۱ ، TBARS (۰/۹۸- ۰/۱۹ و ۰/۸۱ - ۰/۱۸ mg/kg) و پراکسید (۱/۶۵- ۰/۵۴ و ۱/۱۵- ۰/۳۴ meq/kgoil) در تیمارهای ۱ و ۲ طی زمان نگهداری افزایش یافتند ($p<0.05$). در پایان دوره نگهداری TVB-N (۲۴/۵۰ و ۲۱/۷۵ mg/100g) بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌دار داشت ($p<0.05$). در تیمار ۲ رنگ، بو، طعم و مزه، پذیرش کلی و حلالیت (۴/۳۹، ۴/۲۲، ۳/۸۶، ۳/۳۲ و ۸۷/۹۵ درصد) از امتیاز بالاتری نسبت به تیمار ۱ (۲/۳۲، ۳/۶۲، ۳/۳۴، ۲/۱۶ و ۶۴/۱۱ درصد) برخوردار بودند. تعداد کل باکتری‌ها، کلی‌فرم، اشریشیاکلی، سالمونلا و استافیلوکوکوس در تیمارها مشاهده نشدند. با توجه به این‌که شاخص‌های شیمیایی در تیمارها قابل پذیرش بودند، حلالیت بالاتر و عدم تغییرات معنی‌دار ویژگی‌های حسی در تیمار ۲ طی زمان نگهداری خشک‌کردن FPC توسط وکیوم درایر به صنعت غذایی پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: ارزش غذایی، کنسانتره پروتئین ماهی، کیفیت، ماهی سیم، ویژگی های حسی.

*مسئول مکاتبات: m_seifzadeh_Id@yahoo.com

۱- مقدمه

اگر چه ماهی به وفور در دسترس است و به عنوان کامل‌ترین منبع پروتئین برای مصرف انسان در نظر گرفته می‌شود، اما در مواردی بوی نامطبوع ماهی منجر به عدم مصرف آن توسط برخی از افراد می‌شود. تبدیل گوشت ماهی به کنسانتره پروتئین ماهی[1] می‌تواند گزینه مناسبی برای حفظ مواد مغذی و بهبود پذیرش مصرف کننده باشد. از این رو، FPC پتانسیل امیدوارکننده‌ای را به عنوان مکمل غذایی ارائه می‌کند (۱). کنسانتره پروتئین ماهی عبارت است از فرآورده غذایی سالم، دارای زمان ماندگاری و ارزش غذایی بالا که به نحو کاملاً بهداشتی از ماهی تهیه شده و در آن پروتئین و سایر مواد مغذی فشرده‌تر از ماهی تازه بوده و قابلیت نگهداری بلند مدت و به‌کارگیری برای تولید انواع فرآورده‌های غذایی را دارد. این محصول به لحاظ شکل ظاهری پودری به رنگ سفید مایل به خاکستری تا قهوه‌ای تیره، بدون بو و طعم است، که تقریباً حاوی ۹۵- ۷۵ درصد پروتئین می‌باشد. این محصول در همراهی با سایر مواد غذایی سبب افزایش طعم و مزه و ارزش غذایی محصول می‌گردد. FPC به عنوان محصول قابل استحصال از ماهی محسوب می شود که پروتئین آن نسبت به ماده اولیه بیشتر و متراکم‌تر بوده و می توان این محصول را به فرآورده های غذایی بدون ایجاد تغییر در ویژگی های حسی آن‌ها اضافه کرد (۳۱). تولید FPC ایده جدیدی نیست و در اواخر دهه ۶۰ میلادی به عنوان راهکاری جهت مبارزه با سوء تغذیه در جهان مورد توجه قرار گرفت. آغاز پیدایش آن به سال ۱۸۷۶ برمی‌گردد که نروژی‌ها بیسکوئیت حاوی پودر ماهی را تولید و عرضه کردند (۳). در ابتدا FPC تحت عنوان پودر ماهی صرفاً به منظور تغذیه حیوانات مورد استفاده قرار گرفت و با توجه به شرایط تولید، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و طعم و بوی ماهی، چربی زیاد، ماندگاری بسیار پایین، عدم رعایت موازین بهداشتی در تولید، کیفیت میکروبی مناسب، عدم برخورداری از رنگ و بافت یکنواخت و اندازه بزرگ ذرات قابلیت استفاده در رژیم غذایی انسان را نداشت (۱۲). اما طی سالیان اخیر بسیاری از مشکلات تکنیکی تولید FPC در مقیاس وسیعی حل شد، ولی تحقیقات برای یافتن راه‌هایی به منظور تولید و استفاده اقتصادی از آن ادامه دارد. FPC پروتئین حیوانی ارزان قیمت و با کیفیت بالا است، بنابراین می‌توان از آن به عنوان مکمل پروتئینی برای افزایش ارزش غذایی محصولات غذایی استفاده کرد. طی ۵۰ سال اخیر تلاش های بسیاری در راستای تولید و کاربرد آن در مواد غذایی انجام شد، و نشان دهنده آن است که این محصول جایگاه درخور توجهی در بازار خواهد یافت (۲۴). تولید ماهی سیم از ۱۳۶۸۸ هزار تن در سال ۱۳۹۶ به ۱۴۸۴۴ هزار تن در سال ۱۴۰۰ رسید (۱۸). ارزش اقتصادی، ارزش غذایی بالا، طعم خوب گوشت و ذخایر مناسب ماهی سیم از جمله مواردی هستند که سبب شدند این ماهی به عنوان ماده اولیه برای تولید سایر فرآورده‌ها از جمله کنسانتره پروتئین ماهی مورد توجه قرار گیرد. مصرف ماهی تازه به ویژه در کشورهای گرمسیری به سواحل دریاچه‌ها و رودخانه‌ها محدود شده و مردم بسیاری نمی‌توانند از این منبع غذایی با ارزش بهره‌مند گردند. زیرا استفاده از تسهیلات حمل و نقل سریع و مجهز به یخچال مستلزم صرف هزینه زیادی است. از طرفی با توجه به فساد سریع ماهی تازه نگهداری آن بسیار حساس بوده و روش‌های ابتدایی فرآوری نیز در صورت عدم رعایت شرایط بهداشتی در بخش‌های مختلف از جمله بسته‌بندی، انبارداری، حمل و نقل و توزیع سبب کاهش کیفیت فرآورده شده و ضایعات فراوانی را به همراه دارد. از این رو تولید کنسانتره پروتئین ماهی از آن مورد توجه قرار گرفت (۲۳، ۱). طبق گزارش‌های سایر پژوهشگران، کنسانتره پروتئین ماهی از ماهیان یال اسبی ماهی (*Lepturacanthus savala*)، ماهی سرماری (*Channa Striatus*)، سفره ماهی (*Himantura randalli*)، کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*)، گربه‌ماهی (*Pangasius hypopthalmus*)، تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*)، گونه تون (*Thunnus* sp.)، کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*)، ماهی آزاد (*Salmo salar*) وگونه‌های

1. Fish protein concentrates (FPC)

گوازیم ماهی (*Nemipterus* spp.) تولید شده است (۳۲، ۲۹، ۲۷، ۲۲، ۲۱، ۲۰، ۷، ۶، ۵). با توجه به تأثیر فرآیند خشک‌کردن بر ویژگی‌های کیفی محصول، مطالعه حاضر با هدف استخراج FPC از ماهی سیم و تاثیر روش خشک‌کردن با استفاده از آون و وکیوم درایر روی ویژگی‌های غذایی، شیمیایی، فراسودمندی و میکروبی و مقایسه آن‌ها انجام شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱-تولید کنسانتره پروتئین نوع A از ماهی سیم

در تولید کنسانتره پروتئین ماهی ترکیبی از فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی مورد استفاده قرار گرفت. ماهی سیم از دریاچه سد ارس در فصل تابستان صید شد. ماهی از طریق یونیلیت همراه با پودر یخ و آب دریا به نسبت ۲ برابر وزن ماهی به خط تولید مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان واقع در بندرانزلی انتقال داده شد. پس از توزین ماهیان با آب شرب شستشو داده شدند سپس سر، دم و امعاء و احشاء آن‌ها تخلیه گردید. آنگاه ماهیان به دستگاه استخوان‌گیر منتقل شدند و پس از جداسازی استخوان، پوست و باله گوشت خالص تهیه شد. گوشت خالص به مدت ۵۰ دقیقه در دمای محیط (۲۴ درجه سانتی‌گراد) در ایزوپروپانول به نسبت ۱ به ۱ قرار داده شد. بعد از گذشت این مدت زمان پرس اولیه انجام گردید. در مرحله دوم استخراج، کیک فشرده به نسبت ۱ به ۱ در ایزوپروپانول قرار داده شد و به مدت ۲۱ دقیقه در بن ماری با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. مجدداً محصول پرس شده و محصول به‌دست‌آمده را به نسبت ۱ به ۱ در ایزوپروپانول قرار داده و به منظور مرحله سوم استخراج به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد داخل بن ماری قرار گرفت. در مرحله بعدی محصول پرس گردیده و خشک شد. خشک‌کردن به دو روش آون و وکیوم درایر انجام شد، و بعد از آسیاب توسط الک ۱۱۱ میکرون غربال شد (۱).

۲-۲-خشک‌کردن در آون

بعد از صاف کردن مخلوط به دست‌آمده در آون (مدل Memmert) با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت و نیم خشک شد. سپس آسیاب شده و پودر شیری رنگ و یکنواختی به دست آمد.

۲-۳-خشک‌کردن از طریق وکیوم درایر

جهت خشک‌کردن کنسانتره پروتئین ماهی سیم به روش وکیوم درایر از دستگاه وکیوم درایر (ساخت ایران) استفاده شد.خشک کردن به مدت ۹ ساعت و نیم در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت.

۲-۴-بسته‌بندی و نگهداری

نمونه‌ها در فیلم‌های پروپیلن به صورت معمولی بسته‌بندی شدند وسپس جهت انجام آزمایش‌های میکروبی،فیزیکی شیمیایی و حسی در دمای محیط (۲۴ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۳۰ روز قرار گرفتند و نمونه برداری در فاز صفر (زمان تولید) و سپس هر ۱۰ روز یک بار در ۳ تکرار صورت گرفت. آزمایشات در آزمایشگاه مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان- بندر انزلی انجام شدند.

۲-۵-آزمایشات

طی زمان نگهداری تیمارها از نظر عوامل شیمیایی شامل تعیین حلالیت با استفاده از حلال (۳۳)، پراکسید به روش تیتراسیون یدومتریک، تیوباربیتوریک اسید به روش رنگ سنجی و مجموع بازهای آلی فرار به روش تیتراسیون و آزمایشات فیزیکی شامل pH با استفاده از pH متر مورد بررسی قرار گرفتند (۱۰). خصوصیات حسی شامل بو، رنگ، طعم و مزه و پذیرش کلی به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای ارزیابی شدند (۲۰). ارزیابی حسی توسط ۳۰ نفر ارزیاب آموزش دیده زن و مرد که دارای میانگین سنی ۴۰ – ۳۰ سال بودند انجام شد. برای درجه مقبولیت و ارزیابی کیفی هر یک از ویژگی‌های مورد نظر امتیاز ۵ – ۱ در نظر گرفته شد. امتیازهای ۵، ۴، ۳، ۲ و ۱ به ترتیب به خیلی خوب، خوب، متوسط، بد و خیلی بد تعلق گرفت (۲۰). عوامل میکروبی از جمله تعداد کل باکتری‌ها (۲۵، ۸)، سالمونلا (۹)، استافیلوکوکوس (۳۴)، کلی‌فرم (۱۹)، اشریشیاکلی (۱۸) و کپک و مخمر (۳۵) به روش کشت بررسی شدند. ارزش غذایی محصول شامل رطوبت به روش

آون خشک، پروتئین به روش هضم اسیدی، چربی به روش تقطیر (سوکسله) و خاکستر به روش تعیین گراویمتریک تعیین گردیدند (۱۵). نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی انجام شد.

۲-۶-تعیین حلالیت (ویژگی فراسودمندی)

حلالیت FPC بر اساس Taheri و همکاران (۲۰۱۳) تعیین شد (۳۳). حدود ۵۰۰ میلی‌گرم از نمونه FPC به‌طور دقیق وزن شده و در ۵۰ میلی‌لیتر محلول کلرور سدیم ۰/۱ مولار در pH برابر با ۷ مخلوط شد. محلول به مدت ۱ ساعت هم زده شد، و به مدت ۳۰ دقیقه در ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. مایع رویی حاوی نیتروژن با روش میکرو-کجلدال (۹) آنالیز شد. شاخص حلالیت نیتروژن به‌صورت زیر محاسبه شد:

$$\text{شاخص حلالیت نیتروژن بر حسب درصد} = \frac{\text{غلظت نیتروژن سوپرناتانت (میلی‌گرم)} \times ۱۰۰}{\text{غلظت نیتروژن نمونه (میلی‌گرم)}}$$

۲-۷-آنالیز آماری

مقایسه بین داده‌های به دست آمده از تغییرات شاخص‌های شیمیایی، میکروبی، فراسودمندی و حسی در تیمارهای آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار $SPSS_{25}$ انجام پذیرفت. جهت بررسی اثر فرآیند حرارتی بر ویژگی‌های کیفی فرآورده در سطح ۵ درصد از آزمون T-test مستقل (Independent T Test) استفاده گردید. برای بررسی تغییرات تیمارهای آزمایشی طی زمان نگهداری آزمون آماری آنالیز واریانس دو طرفه به کار رفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ارزش غذایی کنسانتره پروتئین ماهی سیم

برخلاف چربی و خاکستر، پروتئین و رطوبت طی زمان نگهداری در تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌دار نشان دادند ($p<0.05$). رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نشان ندادند ($p>0.05$) (جدول ۱).

۳-۱-۱- پروتئین

میزان پروتئین در تیمار خشک شده به روش وکیوم درایر در مقایسه با تیمار خشک شده با آون بیشتر بود. به طوری‌که در نتایج مشاهده می‌شود، میزان پروتئین در تیمارهای خشک‌شده با آون و وکیوم به ترتیب ۹۰/۷۲ و ۹۱/۳۰ درصد بود، و به ۸۸/۵۳ و ۸۹/۷۱ درصد در پایان زمان نگهداری رسید (جدول ۱). از آن جا که بر اساس سازمان های غذا و دارو (۲۰۲۳) و خوار و بار کشاورزی (۲۰۰۷) به ترتیب میزان حداقل ۷۵ و ۷۰ درصد پروتئین در FPC قابل پذیرش است (۱۸، ۱۶). میزان پروتئین در تیمارهای آزمایشی قابل قبول بود. ارزش غذایی محصولات خشک شده توسط حرارت به واکنش‌های شیمیایی که در هنگام تولید و نگهداری رخ می‌دهد، بستگی دارد. در صورتی که پروتئین‌ها بیش از اندازه حرارت ببینند، ساختار اسیدهای آمینه تغییر کرده و پروتئین به سادگی هضم و جذب نمی‌شود. همچنین دناتوراسیون پروتئین و کاهش دسترسی اسیدهای آمینه ضروری سبب کاهش ارزش غذایی فرآورده می‌گردد، ازاین‌رو، حرارت عامل مهمی در تولید FPC محسوب می‌گردد (۱۲). با توجه به این که در مطالعه حاضر حرارت به تدریج افزایش یافت و از ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد بالاتر نرفت، اثرات منفی روی پروتئین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد(۱۵، ۱۴). Akhade و همکاران (۲۰۱۶) میزان پروتئین FPC استخراج شده از یال اسبی ماهی (*Lepturacanthus savala*) با استفاده از روش‌های بریتانیایی، اهرمی، کانادایی، ویوبین و هندی را به ترتیب ۸۸/۶۱، ۸۴/۶۳، ۸۶/۸۰، ۸۴/۳۹ و ۸۴/۵۴ درصد گزارش کردند (۶) که برخلاف سایر روش‌ها میزان پروتئین در روش بریتانیایی در مقایسه با نتایج به دست آمده از تیمار خشک شده توسط آون بیشتر بود. اما در مقایسه با نتایج به دست آمده از تیمار خشک شده توسط وکیوم درایر کمتر بودند. Al-Hassoon و همکاران (۲۰۲۱) کنسانتره پروتئین را از سفره ماهی با استفاده از آب مقطر و محلول قلیایی سود ۰/۱ نرمال تهیه کردند. میزان پروتئین در کنسانتره‌ها ۸۲/۳۳ و ۸۴/۲۵ درصد تعیین شدند (۷) که در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر کمتر بود. Son و همکاران (۲۰۱۷) کنسانتره پروتئین ماهی را از فیله گربه ماهی با استفاده از ایزوپروپانول و اتانول در pH برابر با ۵/۵ تهیه کردند (۳۲). این پژوهشگران براساس استاندارد FAO (۲۰۰۷) کنسانتره را

از نوع A تعیین کردند (۱۶) که با مطالعه حاضر همخوانی داشت. FPC دارای ۹۱/۸۰ درصد پروتئین بود که در مقایسه با کنسانتره مطالعه حاضر بیشتر بود. Al-Hassoon و همکاران (۲۰۲۱) کنسانتره پروتئین را از سفره ماهی با استفاده از آب مقطر و محلول سود ۰/۱ نرمال تهیه کردند و میزان پروتئین را در کنسانتره ها ۸۲/۳۳ و ۸۴/۲۵ درصد بیان کردند (۷). Dewita و همکاران (۲۰۱۷) میانگین پروتئین را در کنسانتره پروتئین ماهی تهیه شده از گربه ماهی (*Pangasius hypopthalmus*) ۷۵/۳۱ درصد گزارش کردند(۱۴) که در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر کمتر بود. Phadtare و همکاران (۲۰۲۱) میزان پروتئین را در FPC تهیه شده از گوشت سوف به روش‌های کانادایی، بریتانیایی و هندی ۹۲/۵۶، ۸۷/۳۴ و ۸۹/۰۵ درصد بیان کردند(۲۹) که نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری پروتئین در روش کانادایی در مقایسه با نتاج مطالعه حاضر بیشتر بود، اما نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری پروتئین در روش‌های بریتانیایی و هندی در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر کمتر بود. تفاوت در نتایج این مطالعات با مطالعات حاضر به دلیل روش تولید، تفاوت در pH و گونه ماهی است. برای تولید کنسانتره پروتئین ماهی به روش بریتانیایی گوشت پخته شده ماهی با وزن مساوی استون مخلوط شده بعد از مدت زمان ۴۵ دقیقه چرخ شده و صاف می‌شود سپس فشرده شده و باقی‌مانده در خلاء خشک می‌گردد. در مرحله بعدی با وزن مساوی از اتیل الکل ۹۰ درصد مخلوط شده و به مدت ۴۵ دقیقه رفلکس (تکنیکی است که شامل تراکم بخارات و بازگشت این میعانات به سیستمی است که از آن منشا گرفته است.) می‌شود. در مراحل بعدی بعد از خنک سازی و فیلتراسیون فشرده شده و باقی‌مانده در خلاء خشک می‌گردد. توده خشک بعد از استخراج مجدد با الکل و فیلتراسیون در خلاء جهت حذف حلال حرارت داده می‌شود. سپس پودر شده و در دمای محیط (۲ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد) نگهداری می‌گردد (۲۹). برای تولید کنسانتره پروتئین ماهی به روش هندی گوشت چرخ کرده با حجم مساوی از اسید استیک ۰/۵ درصد پخته می‌شود، سپس ته‌نشین شده و روغن شناور روی سطح جدا می‌شود. باقی‌مانده از طریق کیسه‌های بوم فیلتر شده و فشرده می‌شود. بعد از پرس جهت حذف بو و رطوبت با استفاده از اتانول استخراج می‌گردد. سپس اتانول حذف شده و با ترکیبی از آزئوتروپیک هگزان و اتانول مخلوط می‌شود. در مرحله بعدی فشرده شده و در خلاء خشک می‌شود، سپس برای حذف حلال، در خلاء خشک می‌شود. بعد از پودر شدن و بسته‌بندی در دمای محیط (۲ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد) قابل نگهداری است (۲۹). برای تولید کنسانتره پروتئین ماهی به روش کانادایی ماهی بعد از خرد شدن در آسیاب با اسید فسفریک تا pH برابر با ۵/۵ اسیدی می‌گردد. بعد از پخت به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۸۰ -۷۰ درجه سانتی‌گراد و فیلتر شدن با آب داغ شسته می‌گردد. سپس در ایزوپروپیل الکل به نسبت دو برابر وزن نمونه مخلوط شده و به مدت ۱۵ دقیقه رفلکس می‌شود. بعد از فیلتراسیون حلال توسط سانتریفیوژ جدا می‌شود. مجدداً با حلال جهت کاهش آب و روغن مخلوط می‌شود. باقیمانده بعد از فشردن خشک شده و پودر می‌شود (۲۹). همان طور که در جدول ۱ مشخص است محتوای خاکستر در تیمارهای خشک‌شده به روش‌های آون و وکیوم درایر به ترتیب ۰/۹۷ و ۰/۹۸ درصد بود و به ۱/۰۴ و ۱ درصد در پایان زمان نگهداری افزایش یافت.

۳-۱-۲- خاکستر

براساس سازمان خوار و بار کشاورزی (۲۰۰۷) که میزان خاکستر را در FPC حداکثر ۱۸ درصد تعیین کرده است (۱۶)، نمونه‌های آزمایشی در پایان زمان نگهداری قابل پذیرش بودند. Son و همکاران (۲۰۱۷) کنسانتره پروتئین ماهی را از فیله گربه ماهی با استفاده از ایزوپروپانول و اتانول در pH برابر با ۵/۵ تهیه کردند. این پژوهشگران خاکستر را ۰/۶۹ درصد گزارش کردند، که در مقایسه با مطالعه حاضر کمتر بود (۳۲). Akhade و همکاران (۲۰۱۶) میزان خاکستر FPC استخراج شده از یال اسبی ماهی را با استفاده از روش‌های بریتانیایی، اهرمی، کانادایی، ویوبین و هندی به ترتیب ۳/۵۴، ۲/۷۳، ۱/۸۷، ۲/۴۴ و ۲/۴۶ درصد تعیین کردند (۶) که در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر بیشتر بودند. Phadtare و همکاران (۲۰۲۱) میزان خاکستر را در FPC

تهیه شده از گوشت ماهی سوف به روش‌های کانادایی، بریتانیایی و هندی ۲/۳۱، ۰/۷۲ و ۲/۱۷ درصد تعیین کردند (۲۹)، که در روش های کانادایی و بریتانیایی در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر بیشتر بودند که نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری خاکستر در روش بریتانیایی در مقایسه با نتایج به دست آمده از اندازه گیری خاکستر در FPC مطالعه حاضر کمتر بود، اما میزان خاکستر در FPC تهیه شده با سایر روش‌ها در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر بیشتر بود. Dewita و همکاران (۲۰۱۷) میانگین خاکستر را در کنسانتره پروتئین ماهی تهیه شده از گربه ماهی ۲/۱۴ درصد گزارش کردند (۱۴) که در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر بیشتر بود. تفاوت در نتایج این مطالعات با مطالعه حاضر به دلیل گونه ماهی به‌کاررفته برای تولید FPC و روش تولید است.

۳-۱-۳- چربی

محتوای چربی در تیمارهای خشک‌شده به روش‌های آون و وکیوم درایر به ترتیب ۰/۳۲ و ۰/۱۸ درصد بود و به ۰/۴۹ و ۰/۲۳ درصد در پایان زمان نگهداری رسید (جدول ۱) که این ویژگی در تیمارهای آزمایشی با محدوده اعلام شده از سوی سازمان های غذا و دارو (۲۰۰۷) و خوار و بار کشاورزی (۲۰۲۳) که به ترتیب میزان ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد چربی را در FPC پذیرفته اند، در پایان زمان نگهداری قابل قبول بود (۱۶، ۱۸). ازآنجاکه برای تولید FPC حلال‌هایی از جمله الکل جهت حذف چربی و آب به کار می‌رود، ازاین‌رو میزان چربی این محصول در پایان زمان نگهداری قابل قبول بود. Akhade و همکاران (۲۰۱۶) میزان چربی FPC استخراج شده از یال اسبی ماهی با استفاده از روش‌های بریتانیایی، اهرمی، کانادایی، ویوبین و هندی را به ترتیب ۰/۹۷، ۰/۸۷، ۰/۵۵، ۰/۶۵ و ۰/۶۴ درصد تعیین کردند (۶)، که در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر بیشتر بودند. Al-Hassoon و همکاران (۲۰۲۱) کنسانتره پروتئین را از سفره ماهی با استفاده از آب مقطر و محلول سود ۰/۱ نرمال تهیه کردند، و میزان چربی را ۶/۰۵ و ۷/۱۲ درصد گزارش کردند (۷) که در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر بیشتر بود. Phadtare و همکاران (۲۰۲۱) میزان چربی را در FPC تهیه شده از گوشت ماهی سوف به روش‌های کانادایی، بریتانیایی و هندی ۰/۴۹، ۱/۰۱ و ۰/۷۲ درصد بیان کردند (۲۹)، که در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر بیشتر بود. Dewita و همکاران (۲۰۱۷) میانگین چربی را در کنسانتره پروتئین ماهی تهیه شده از گربه ماهی ۲/۷۹ درصد گزارش کردند (۱۴)، که در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر بیشتر بود. Son و همکاران (۲۰۱۷) کنسانتره پروتئین تهیه شده از فیله گربه ماهی با استفاده از ایزوپروپانول و اتانول در pH برابر با ۵/۵ را بررسی کردند، و چربی را ۰/۱۲ درصد تعیین کردند که در مقایسه با مطالعه حاضر کمتر گزارش شد (۳۲). تفاوت مشاهده شده در میزان چربی FPC تهیه شده از ماهیان مختلف در مقایسه با مطالعه حاضر به غذا، سن، زمان تخم‌ریزی، اندازه، گونه و جنسیت ماهی، روش تولید، حلال به کار رفته برای چربی‌زدایی، درجه حرارت و ترکیبات مورد استفاده جهت حذف چربی‌ها بستگی دارد.

۳-۱-۴- رطوبت

محققین یکی از دلایل کاهش کیفیت FPC را هنگام نگهداری، جذب رطوبت بیان کرده‌اند. محتوای رطوبت در FPC خشک شده به روش‌های آون و وکیوم درایر به ترتیب ۶/۵۷ و ۵/۷۹ درصد بود و به ۷/۶۱ و ۷/۱۳ درصد در پایان زمان نگهداری رسید (جدول ۱). با توجه به این‌که FDA (۲۰۲۳) و FAO (۲۰۰۷) میزان رطوبت قابل قبول FPC نوع A را حداکثر ۱۰ و ۸ درصد تعیین کردند (۱۸، ۱۶)، از این رو، میزان رطوبت در تیمارهای آزمایشی در پایان زمان قابل پذیرش بود. میزان رطوبت در تیمار خشک شده به روش وکیوم درایر در مقایسه با تیمار خشک شده با آون کمتر بود، که به دلیل کاربرد وکیوم برای خشک کردن فرآورده تحت خلاء است که سبب می‌شود سرعت تبخیر و خشک کردن فرآورده افزایش یابد. Phadtare و همکاران (۲۰۲۱) میزان رطوبت را در FPC تهیه شده از گوشت ماهی سوف به روش های کانادایی، بریتانیایی و هندی ۴/۶۱، ۹/۶۳ و ۸/۰۶ درصد بیان کردند (۲۹) که میزان رطوبت در FPC تهیه شده به روش کانادایی در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر کمتر بود، اما میزان این عامل در

کنسانتره تهیه شده به روش‌های بریتانیایی در مقایسه با سایر روش‌ها بیشتر بود. Akhade و همکاران (۲۰۱۶) میزان رطوبت را در FPC استخراج شده از یال‌اسبی ماهی با استفاده از روش‌های (بریتانیایی، اهرمی، کانادایی، ویوبین و هندی) به ترتیب ۱۳/۸۸، ۱۱/۷۷، ۱۰/۷۸، ۱۲/۵۲ و ۱۲/۳۶درصد گزارش کردند (۶) که در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر بیشتر بود. Son و همکاران (۲۰۱۷) کنسانتره پروتئین ماهی را از فیله گربه ماهی با استفاده از ایزوپروپانول و اتانول در pH برابر با ۵/۵ تهیه کردند. رطوبت ۳/۱۲ درصد بود که در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر کمتر بود (۳۲). Dewita و همکاران (۲۰۱۷) میانگین رطوبت را در کنسانتره پروتئین ماهی تهیه شده از گربه ماهی (*Pangasius hypopthalmus*) ۶/۳۹ درصد گزارش کردند (۱۴). نتایج این مطالعه در مقایسه با نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری رطوبت در تیمارهای آزمایشی در پایان زمان نگهداری کمتر بود. تفاوت مشاهده شده در میزان رطوبت ممکن است به دلیل تفاوت در روش تولید، دمای خشک کردن، نوع بسته‌بندی و شرایط نگهداری باشد.

جدول ۱ – بررسی ارزش غذایی FPC خشک‌شده با استفاده از آون و وکیوم درایر هنگام نگهداری در محیط

شاخص	تیمارهای آزمایشی	زمان نگهداری (روز) صفر	۱۰	۲۰	۳۰
پروتئین	وکیوم	۹۱/۳۰±۱/۰۴^{Aa}	۹۰/۶۵±۱/۰۶^{Ab}	۹۰/۲۳±۱/۰۵^{Ab}	۸۹/۷۱±۱/۰۲^{Ac}
	آون	۹۰/۷۲±۱/۱۵^{Aa}	۸۹/۷۴±۱/۰۸^{Ab}	۸۹/۵۳±۱/۰۸^{Ab}	۸۸/۵۳±۱/۰۹^{Ac}
چربی	وکیوم	۰/۱۸±۰/۰۶^{Aa}	۰/۱۸±۰/۰۷^{Aa}	۰/۲۱±۰/۰۱^{Aa}	۰/۲۳±۰/۱۶^{Aa}
	آون	۰/۳۲±۰/۰۵^{Aa}	۰/۳۵±۰/۲۱^{Aa}	۰/۴۱±۰/۱۲^{Aa}	۰/۴۹±۰/۱۵^{Aa}
رطوبت	وکیوم	۵/۷۹±۱/۱۱^{Ac}	۶/۶۹±۱/۲۱^{Ab}	۶/۸۷±۱/۰۳^{Aab}	۷/۱۳±۱/۱۴^{Aa}
	آون	۶/۵۷±۱/۰۴^{Ab}	۷/۱۹±۱/۰۱^{Aa}	۷/۲۷±۱/۰۲^{Aa}	۷/۶۱±۱/۰۲^{Aa}
خاکستر	وکیوم	۰/۹۸±۰/۳۱^{Aa}	۰/۹۸±۰/۱۴^{Aa}	۰/۹۸±۰/۱۷^{Aa}	۱/۰۰±۰/۱۶^{Aa}
	آون	۰/۹۷±۰/۲۴^{Aa}	۰/۹۷±۰/۳۲^{Aa}	۰/۹۷±۰/۱۸^{Aa}	۱/۰۴±۰/۲۲^{Aa}

حروف غیرمشابه در یک ردیف و ستون نشان‌دهندهٔ وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است (P<۰/۰۵).

۳-۲- تغییرات شیمیایی کنسانتره پروتئین ماهی سیم

به طوری که در جدول ۲ نشاهده می شود برخلاف TVB-N تیوباربیتوریک اسید، pH و پراکسید بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشتند ($p>0.05$). برخلاف pH، TVB-N، پراکسید و تیوباربیتوریک اسید طی زمان نگهداری در تیمارهای خشک شده به روش‌های آون و وکیوم درایر افزایش معنی‌داری نشان دادند ($p<0.05$).

۳-۲-۱- شاخص pH

شاخصpH نقش مهمی در تعیین ماندگاری کنسانتره پروتئین ماهی به عهده دارد. همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می شود، میزان pH در تیمارهای خشک شده به روش‌های آون و وکیوم درایر تفاوت معنی‌دار نشان نداد ($p>0.05$). در مطالعه حاضر pH در FPC خشک شده به روش های آون و وکیوم درایر به ترتیب ۶/۶۲ و ۶/۵۳ بود و پایان زمان نگهداری به ۶/۷۸ و ۶/۹۱ رسید. pH برابر با ۷ به عنوان حداکثر میزان pH برای کنسانتره پروتئین ماهی تعیین

شده است، از این رو این عامل تا پایان زمان نگهداری در تیمارهای آزمایشی قابل‌پذیرش بود. طی نگهداری کنسانتره پروتئین ماهی تجزیه ترکیبات نیتروژنی منجر به افزایش pH فرآورده می‌شود. بخشی از این افزایش ممکن است با تولید ترکیبات آلکالین از جمله آمونیاک و تری متیل آمین تحت تاثیر تجزیه پروتئین مرتبط باشد که نشانگر رشد باکتری‌ها، کاهش کیفیت و فساد ماهی است. علاوه بر تولید بازهای فرار با گذشت زمان محصولات اولیه اکسیداسیون چربی مانند هیدروپراکسیدها تجزیه شده و ترکیباتی مانند آلدئید و غیره تولید می‌گردند. این ترکیبات دارای خواص بازی بوده و سبب افزایش pH فرآورده می‌گردند (۱). در مورد تعیین pH در کنسانتره پروتئین ماهی گزارش منتشر شده‌ای یافت نشد.

TVB-N -۲-۲-۳

TVB-N برای تعیین فساد و بررسی کیفیت فرآورده‌های ماهی در نظر گرفته می‌شود. این عامل اغلب به عنوان نشانگر زیستی تجزیه پروتئین و آمین به کار می‌رود. تخریب پروتئین‌ها و سایر ترکیبات حاوی نیتروژن در نتیجه مکانیسم‌های فساد سبب تجمع آمین‌های آلی می‌شود که معمولاً به عنوان مجموع بازهای نیتروژنی فرار شناخته می‌شوند. این ترکیبات سمی هستند و منجر به تغییرات قابل توجهی در رنگ و طعم فرآورده می‌گردند. از این رو تعیین آن‌ها در فرآورده‌های ماهی حائز اهمیت به شمار می‌رود (۲۷). در تحقیق حاضر TVB-N در FPC خشک شده به روش‌های آون و وکیوم درایر به ترتیب ۹/۸۳ و ۹/۸۱ mg/100g بود و در پایان زمان نگهداری به ۲۴/۵۰ و ۲۱/۷۰ mg/100g رسید (جدول ۲). از آن جا که حد مجاز TVB-N برای کنسانتره پروتئین ماهی ۲۵ mg/100g در نظر گرفته شده است، تیمارهای آزمایشی قابل پذیرش بودند. طی مدت نگهداری آنزیم‌های لیپولیتیک و پروتئولیتیک ترشح شده از باکتری‌ها و آنزیم‌های داخلی فعال بوده و سبب ایجاد تغییرات مختلفی در FPC از جمله تجزیه و شکسته شدن پروتئین می‌گردند. همچنین بازهای فرار با جدا شدن آمین‌ها از اسیدهای آمینه توسط آنزیم‌های میکروبی تولید می شوند؛ که به افزایش TVB-N کمک می‌کند. اما کاهش فعالیت آبی فرآورده که در FPC اتفاق می‌افتد، در جلوگیری از دناتوره شدن پروتئین‌ها، رشد و فعالیت میکروبی و کاهش TVB-N تاثیرگذار است. حذف آمونیاک با حرارت و شستشو طی پروسه تولید نیز از عواملی هستند که در پائین بودن TVB-N در FPC حائز اهمیت به شمار می‌روند (۱۱). مجموع این عوامل سبب شد که مقدار TVB-N در تیمارهای آزمایشی در محدوده استاندارد باشد. در مورد تعیین TVB-N در FPC گزارش منتشر شده‌ای یافت نشد.

۳-۲-۳- شاخص‌های پراکسید و TBARS

جهت ارزیابی درجه اکسیداسیون لیپید در ماهیان از شاخص‌های پراکسید و TBARS استفاده می‌شود. با توجه به جدول ۲ پراکسید در تیمارهای FPC خشک شده با آون و وکیوم درایر بین ۱/۶۵ – ۰/۵۴ و ۱/۵۵ – ۰/۳۴ meq/kgoil متغیر بود همچنین TBARS در FPC خشک شده به روش‌های آون و وکیوم درایر به ترتیب ۰/۱۹ و ۰/۱۸ mg/kg بود و پایان زمان نگهداری به ۰/۸۱ و ۰/۹۸ mg/kg رسید. از آن جا که حد مجاز پراکسید و تیوباربیتوریک اسید برای کنسانتره پروتئین ماهی ۲ mg/kg و ۵ meq/kgoil بیان شده است، تیمارهای آزمایشی در پایان زمان نگهداری در محدوده قابل پذیرش بودند. در مورد تعیین تیوباربیتوریک اسید در کنسانتره پروتئین ماهی تاکنون گزارش منتشر شده‌ای یافت نشد. Partanen و همکاران (۲۰۲۳) مقادیر پراکسید را در FPC تجاری ۱/۳ – ۰/۵۸ meq/kgoil گزارش کردند (۲۸)، که در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر کمتر بود. Dewita و همکاران (۲۰۱۷) میانگین پراکسید را در کنسانتره پروتئین ماهی تهیه شده از گربه ماهی بعد از ۳۰ روز ذخیره ۵/۱۲ تعیین کردند (۱۴) که در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر بیشتر بود. عدم مطابقت در نتایج مطالعات انجام شده در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر را می‌توان تحت تاثیر گونه ماهی، حمل و نقل، شرایط نگهداری، روش تولید و فعالیت میکروبی دانست. افزایش پراکسید طی زمان نگهداری به دلیل تجزیه اسیدهای چرب

و شکستن باندهای تری‌گلسریدها و در نتیجه آزاد شدن رادیکال‌های آزاد اتفاق افتاد. اکسیداسیون چربی ناشی از واکنش چربی با اکسیژن و هیدرولیز آن متاثر از عمل آنزیم‌های لیپولیتیک بر روی چربی ماهی می‌باشد. آنزیم لیپاز بافت، آنزیم لیپولیتیک ترشح شده از باکتری‌های زنده و آنزیم‌هایی که از باکتری‌های مرده و تجزیه شده آزاد می‌شوند قادر به فعالیت در دمای محیط بوده و می‌توانند طی فرآیند لیپولیز سبب هیدرولیز چربی‌ها و تولید اسیدهای چرب غیراشباع شوند. کاهش پراکسید در تیمارها تحت تاثیر شکستن پراکسید با گذشت زمان و تبدیل آن به تیو باربیتوریک اسید می‌باشد. هیدروپراکسیدها محصولات اولیه اکسیداسیون چربی هستند که طی مراحل ثانویه اکسیداسیون چربی در جریان اکسیداسیون خود به خودی چربی و تبدیل پراکسیدها به ترکیبات کربونیلی، آلدئیدها و کتون‌ها تیو باربیتوریک اسید تولید می‌گردد. وجود چنین ترکیباتی در فرآورده حاکی از پیشرفت اکسیداسیون چربی است (۳۰).

جدول ۲- بررسی عوامل شیمیایی FPC خشک‌شده با استفاده از آون و وکیوم درایر هنگام نگهداری در محیط

شاخص	تیمارهای آزمایشی	زمان نگهداری (روز) صفر	۱۰	۲۰	۳۰
TVB-N (mg/100g)	وکیوم	۹/۸۱±۰/۱۲^{Ad}	۱۱/۹۰±۰/۹۹^{Bc}	۱۶/۱۰±۰/۹۹^{Bb}	۲۱/۷۰±۰/۰۳^{Ba}
	آون	۹/۸۳±۰/۱۵^{Bd}	۱۴/۷۰±۰/۹۹^{Ac}	۱۸/۹۰±۰/۹۹^{Ab}	۲۴/۵۰±۰/۹۹^{Aa}
TBARS (mg/kg)	وکیوم	۰/۱۸±۰/۰۱^{Ab}	۰/۴۱±۰/۲۳^{Aab}	۰/۶۵±۰/۰۲^{Aa}	۰/۸۱±۰/۰۵^{Aa}
	آون	۰/۱۹±۰/۰۲^{Ab}	۰/۶۰±۰/۰۴^{Aab}	۰/۸۳±۰/۰۴^{Aa}	۰/۹۸±۰/۰۲^{Aa}
pH	وکیوم	۶/۵۳±۰/۵۷^{Aa}	۶/۷۱±۰/۰۱^{Aa}	۶/۷۵±۰/۰۳^{Aa}	۶/۷۸±۰/۰۳^{Aa}
	آون	۶/۶۲±۰/۱۷^{Aa}	۶/۶۹±۰/۰۲^{Aa}	۶/۸۱±۰/۰۱^{Aa}	۶/۹۱±۰/۰۴^{Aa}
پراکسید (meq/kgoil)	وکیوم	۰/۳۴±۰/۰۹^{Ab}	۰/۶۹±۰/۴۲^{Ab}	۱/۲۷±۰/۷۱^{Aa}	۱/۱۵±۰/۳۷^{Aa}
	آون	۰/۵۴±۰/۱۱^{Ab}	۰/۸۹±۰/۳۲^{Ab}	۱/۷۱±۰/۵۱^{Aa}	۱/۶۵±۰/۳۴^{Aa}

حروف غیرمشابه در یک ردیف و ستون نشان‌دهندهٔ وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است (P<۰/۰۵).

۳-۳- تغییرات حسی کنسانتره پروتئین ماهی سیم

با توجه به جدول ۳ تیمار خشک‌شده توسط وکیوم درایر در مقایسه با تیمار خشک‌شده با آون امتیاز بالاتری را از نظر ویژگی‌های حسی مانند رنگ، بو، طعم و مزه و پذیرش کلی به خود اختصاص داد. در پایان زمان نگهداری امتیاز شاخص های رنگ، بو، طعم و مزه و پذیرش کلی در تیمار خشک‌شده با وکیوم درایر ۴/۳۹، ۴/۲۲، ۳/۸۶ و ۳/۳۲ و در تیمار خشک شده توسط آون ۲/۳۲، ۳/۶۲، ۳/۳۴ و ۲/۱۶ بود. برخلاف تیمار خشک شده با وکیوم درایر ویژگی‌های حسی در تیمار خشک‌شده با آون طی زمان نگهداری تفاوت معنی‌داری نشان دادند ($p<0.05$). همان طوری که مشاهده می‌شود امتیاز رنگ در تیمار خشک شده توسط وکیوم درایر (۴/۲۹) بود، اما در تیمار خشک شده توسط آون (۲/۳۲) تعیین شد که امتیاز بالایی را در پایان زمان نگهداری به دست نیاورد. با توجه به مطالعات انجام شده توسط سایر پژوهشگران از واکنش‌های نامطلوب در فرآورده‌های خشک می‌توان به قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی (واکنش میلارد) و اکسیداسیون چربی‌ها که منجر به تغییر

رنگ می‌شود، اشاره کرد که در کنسانتره خشک شده توسط وکیوم درایر اتفاق نیفتاد، اما کاهش کیفیت رنگ در کنسانتره خشک شده با استفاده از آون ممکن است که به این دلیل باشد (۲۰). براساس نتایج مطالعه حاضر FPC از نوع A تعیین شد، که عامل اصلی کاهش کیفیت آن تغییر طعم و مزه و بو می‌باشد؛ زیرا هنگام نگهداری FPC بو و طعم و مزه ماهی یا آرد ماهی در محصول ایجاد می‌شود، که یکی از عوامل اثر گذار بر این تغییر را می‌توان فعالیت آبی بیان کرد، اما از آن جا که در فرآورده‌های خشک فعالیت آبی فرآورده کاهش می‌یابد، ممکن است که تجزیه چربی‌ها و متعاقب آن تولید ترکیبات ثانویه اکسیداسیون و تغییر ویژگی‌های حسی از جمله طعم و مزه و بو کمتر اتفاق افتد (۲۴)، براساس سازمان نظارت بر غذا و داروی آمریکا (۲۰۲۳) FPC بایستی فاقد بو و طعم و مزه ماهی بوده یا میزان بو و طعم و مزه آن بسیار ناچیز باشد به نحوی که به فرآورده غذایی بو و طعم و مزه ماهی را انتقال ندهد (۱۸). از آن‌جا که در مطالعه حاضر مقدار چربی (۰/۴۹ – ۰/۲۳ درصد) در FPC بر اساس استانداردهای جهانی قابل پذیرش بود، مشکلات ناشی از تند شدن چربی، تغییر طعم و مزه و بوی آن در تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد، و این تیمارها در پایان زمان نگهداری امتیاز نسبتاً بالایی را از شاخص‌های طعم و مزه (۳/۸۶ –۳/۳۴) و بو (۴/۲۲ – ۳/۶۲) کسب کردند. Partanen و همکاران (۲۰۲۳) در FPC تجاری ویژگی‌های بو، طعم و مزه و رنگ را به ترتیب ۶/۷ – ۶/۲ ، ۴/۷ – ۴/۵ و ۸۴/۶ – ۶۸/۴ تعیین کردند (۲۸)، که در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر بیتشر بود.. Ikasari و Donny (۲۰۱۹) کنسانتره پروتئین ماهی را از ماهی سرماری (*Channa striata*) با استفاده از روش‌های اسیدی و قلیایی تهیه کردند و در دماهای ۷۰–۶۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب به مدت ۱ و ۲۴ ساعت خشک کردند. این پژوهشگران امتیاز سفیدی رنگ را در کنسانتره دارای pH برابر با ۴، ۶۹/۹ و در کنسانتره با pH برابر با ۱۱ ، ۸۵/۵۴ تعیین کردند (۲۲)، در مطالعه حاضر نیز شاخص رنگ در تیمار خشک شده توسط وکیوم درایر از امتیاز بالایی (۴/۲۹) برخوردار بود. Al-Hassoon و همکاران (۲۰۲۱) کنسانتره پروتئین را از سفره ماهی با استفاده از روش‌های آب مقطر و محلول سود ۰/۱ نرمال تهیه کردند. این کنسانتره‌ها رنگ قهوه‌ای روشن با بوی ماهی داشتند و بعد از ۶۰ روز نگهداری در دماهای ۲۸ و ۷ درجه سانتی‌گراد در رنگ و بو تغییری نشان ندادند (۷). در مطالعه حاضر نیز بو در تیمارهای آزمایشی در پایان زمان نگهداری از کیفیت مطلوب و قابل پذیرش برخوردار بود. اما کیفیت رنگ در تیمار خشک شده توسط آون بر خلاف تیمار خشک شده توسط وکیوم درایر کاهش یافته بود، که با نتایج مطالعه اخیر مطابقت ندارد. Dewita و همکاران (۲۰۱۷) میانگین طعم و مزه، رنگ و بو را در کنسانتره پروتئین ماهی گربه ماهی به ترتیب ۲۰، ۱۳/۷۵ و ۵ بیان کردند که در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر بیشتر اندازه‌گیری شد (۱۴). تفاوت مشاهده شده در نتایج مطالعه حاضر در مقایسه با این مطالعات ممکن است که به دلیل تفاوت در روش تولید، دما و زمان خشک کردن، گونه ماهی، بسته‌بندی، فعالیت آبی و شرایط نگهداری باشد.

جدول ۳- عوامل حسی و فراسودمندی (حلالیت) در FPC خشک‌شده با استفاده از آون و وکیوم درایر هنگام نگهداری در محیط

شاخص	تیمارهای‌آزمایشی	زمان نگهداری (روز) صفر	۱۰	۲۰	۳۰
بو	وکیوم	۴/۶۴±۰/۸۰^{Aa}	۴/۵۸±۰/۷۷^{Aa}	۴/۴۴±۰/۱۳^{Aa}	۴/۲۲±۰/۶۴^{Aa}
	آون	۴/۴۰±۱/۰۸^{Aa}	۴/۳۴±۰/۷۸^{Aa}	۳/۹۵±۰/۹۰^{Aab}	۳/۶۲±۰/۴۰^{Ab}
رنگ	وکیوم	۴/۷۰±۰/۴۴^{Aa}	۴/۶۲±۰/۸۳^{Aa}	۴/۵۴±۰/۲۰^{Aa}	۴/۳۹±۱/۴۳^{Aa}
	آون	۳/۹۰±۱/۰۲^{Aa}	۲/۷۸±۰/۸۵^{Aab}	۲/۵۶±۰/۴۹^{Ab}	۲/۳۲±۰/۶۶^{Ab}
طعم و مزه	وکیوم	۴/۲۴±۰/۷۹^{Aa}	۴/۱۸±۰/۳۴^{Aa}	۳/۹۲±۱/۵۷^{Aa}	۳/۸۶±۱/۱۰^{Aa}
	آون	۳/۹۵±۱/۰۵^{Aa}	۳/۹۱±۰/۷۵^{Aa}	۳/۷۴±۱/۰۸^{Aab}	۳/۳۴ ±۰/۷۵^{Ab}
پذیرش کلی	وکیوم	۳/۷۲±۰/۵۳^{Aa}	۳/۳۴±۰/۴۰^{Aa}	۳/۵۰±۰/۴۰^{Aa}	۳/۳۲±۰/۱۴^{Aa}
	آون	۳/۶۸±۰/۸۰^{Aa}	۳/۴۷±۰/۵۳^{Aa}	۲/۳۸±۰/۳۲^{Ab}	۲/۱۶±۰/۸۲^{Ab}
حلالیت	وکیوم	۸۸/۲۴±۱/۲۵^{a}	۸۸/۲۴±۱/۵۸^{Aa}	۸۸/۱۶±۱/۸۶^{Aa}	۸۷/۹۵±۱/۶۳^{Aa}
(درصد)	آون	۶۴/۲۷±۱/۱۵^{Ba}	۶۴/۲۷±۱/۸۲^{Ba}	۶۴/۲۱±۱/۹۱^{Ba}	۶۴/۱۱±۱/۱۳^{Ba}

حروف غیرمشابه در یک ردیف و ستون نشان‌دهندهٔ وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است (P<۰/۰۵).

۳-۴-ویژگی فراسودمندی کنسانتره پروتئین ماهی سیم

امتیاز حلالیت بین تیمارهای خشک‌شده با آون (۶۴/۱۱ درصد) و وکیوم درایر (۸۷/۹۵ درصد) تفاوت معنی‌داری نشان داد. این عامل در تیمارهای آزمایشی طی زمان نگهداری تغییرات معنی‌دار نشان نداد (جدول ۳). حلالیت پروتئین تعادل بین نیروهای بین مولکولی دافعه و جاذبه بوده و از ویژگی های حائز اهمیت جهت نشان دادن خواص فراسودمندی محصول معرفی شده است، زیرا بر خواص امولسیون و کف کنندگی فرآورده تأثیر می‌گذارد. حلالیت پروتئین به عنوان مقدار پروتئینی است، که در شرایط مشخص به حلال وارد می‌شود. از آن جایی که آبگیری با استفاده از حرارت به دناتوراسیون پروتئین‌ها کمک می‌کند احتمال وقوع پاره‌ای تغییرات وجود دارد. این تغییرات می‌تواند به دلیل تبدیل ساختار پروتئین به ساختارهای دوم، سوم یا چهارم آن باشد، که به شکل تغییر در حلالیت فرآورده بروز می‌کند (۳۲) و در حلالیت تیمارهای آزمایشی مطالعه حاضر نیز مشاهده شد. Akhade و همکاران (۲۰۱۶) حلالیت FPC استخراج شده از یال اسبی ماهی با استفاده از روش‌های بریتانیایی، اهرمی، کانادایی، ویوبین و هندی را به ترتیب ۸۱/۴۰، ۸۰/۰۹، ۸۸/۹۲، ۸۳/۴۱ و ۸۳/۷۹ درصد تعیین کردند (۶)، که در مقایسه با نتایج به دست آمده توسط آون (۶۴/۱۱ درصد) بیشتر اندازه گیری شد، اما در مقایسه با نتایج به دست آمده توسط وکیوم درایر (۸۷/۹۵ درصد) کمتر تعیین شد. Phadtare و همکاران (۲۰۲۱) میزان حلالیت را در FPC تهیه شده از گوشت ماهی سوف به روش‌های کانادایی، بریتانیایی و هندی ۸۴، ۸۰ و ۸۳ درصد بیان کردند (۲۹)، که در مقایسه با نتایج به دست آمده توسط آون بیشتر و نتایج به دست آمده از وکیوم درایر کمتر تعیین شد. Ikasari و Donny (۲۰۱۹) حلالیت را در کنسانتره پروتئین ماهی سرماری در pH برابر با ۳ و ۱۲ ۵۸/۱۲ و ۳۵/۳۸ تعیین کردند (۲۲)، که در مقایسه با نتایج به دست

آمده از تیمارهای آزمایشی کمتر بودند. Al-Hassoon و همکاران (۲۰۲۱) کنسانتره پروتئین را از سفره ماهی با استفاده از آب مقطر و محلول سود ۰/۱ نرمال تهیه کردند. این پژوهشگران خواص فراسودمندی کنسانتره تولیدی (حلالیت) را ۶۰/۸ و ۶۷/۱ درصد گزارش کردند (۷)، که در مقایسه با کنسانتره خشک شده توسط وکیوم درایر کمتر بودند. اما کنسانتره تهیه شده توسط محلول قلیایی در مقایسه با نتایج به دست آمده از تیمار خشک شده توسط آون بیشتر اندازه‌گیری شد. تفاوت در حلالیت FPC مطالعه حاضر در مقایسه با سایر مطالعات را می توان تحت تاثیر pH، نوع حلال، روش خشک کردن، دما، خام یا پخته بودن، نقطه ایزوالکتریک پروتئین، ترکیب و توالی اسیدآمینه، ترکیب و محتوای گروه‌های قطبی و غیر قطبی اسیدهای آمینه پروتئین، ساختار بومی پروتئین، محیط استخراج و شرایط استخراج دانست.

۳-۵-ویژگی های میکروبی کنسانتره پروتئین ماهی سیم

براساس جدول ۴ کنسانتره پروتئین ماهی از کیفیت میکروبی بسیار مطلوبی برخوردار بود. باکتری‌های کلی‌فرم، اشریشیاکلی، سالمونلا و استافیلوکوکوس اورئوس از آن جدا نشدند. رشد کپک و مخمر نمونه نیز منفی بود. براساس FDA (۲۰۲۳) و FAO (۲۰۰۷) در FPC نوع A میزان تعداد کل باکتری‌ها تا $۱۰^{۴}$ و $۱۰^{۳} \times ۲$ CFU/g قابل قبول می‌باشد (۱۸، ۱۶). اما کنسانتره پروتئین ماهی بایستی فاقد آلودگی به باکتری‌های کلی‌فرم، اشریشیاکلی، سالمونلا و استافیلوکوکوس اورئوس باشد. کیفیت میکروبی کنسانتره پروتئین ماهی در مطالعه حاضر بر اساس غذا و دارو (۲۰۲۳) و سازمان خوار و بار کشاورزی (۲۰۰۷) قابل پذیرش بود (۱۸، ۱۶). اثرات ایزوپروپیل الکل و حرارت را در مراحل مختلف استخراج FPC نمی‌توان نادیده گرفت، و این عوامل نقش بسزایی را در کاهش آلودگی میکروبی فرآورده به عهده دارند (۲۶، ۱۱). فعالیت آبی عامل اصلی فساد میکروبی و کپک زدگی فرآورده به شمار می‌رود، اما در FPC خشک کردن سبب کاهش فعالیت آبی فرآورده گردید که برای رشد باکتری‌ها و کپک و مخمر مناسب نبوده و طی زمان رشد این میکروارگانیسم‌ها مشاهده نشد (۱). Goes و همکاران (۲۰۱۶) کلی‌فرم را کمتر از ۳ MPN/g و استافیلوکوکوس اورئوس را کمتر از ۱۰۰ عدد در هر گرم در کنسانتره پروتئین تیلاپیا گزارش کردند. اما سالمونلا را مشاهده نکردند (۲۱)، که بر خلاف سالمونلا و استافیلوکوکوس در مورد باکتری کلی‌فرم با نتایج مطالعه حاضر مطابقت ندارد. Al-Hassoon و همکاران (۲۰۲۱) کنسانتره پروتئین را از سفره ماهی با استفاده از روش‌های هیدرولیز شامل آب مقطر و محلول قلیایی سود ۰/۱ نرمال تهیه کردند. این پژوهشگران تعداد کل باکتری‌ها را بین ۴۲۹ – ۳۶۸ CFU/g در کنسانتره‌ها متغیر گزارش کردند (۷)، که با نتایج مطالعه حاضر تفاوت دارد. باکتری کلی‌فرم از آلودگی‌های ثانویه به شمار می‌رود که ممکن است به طرق مختلف به فرآورده راه یابد. همچنین گوشت ماهی در حالت طبیعی عاری از باکتری بوده اما بعد از مرگ ماهی باکتری‌های امعاء و احشاء می‌توانند به گوشت ماهی نفوذ کنند و چنانچه حرارت به کار رفته برای تولید محصول کافی نباشد امکان دارد که در فرآورده باقی بمانند. بنابراین تفاوت در نتایج این مطالعه با مطالعه حاضر به شرایط نگهداری، زمان تخلیه امعاء و احشاء، روش تولید، بسته‌بندی، حرارت تولید، شرایط بهداشتی هنگام عمل‌آوری، شرایط و مکان صید و حمل و نقل مرتبط است (۳۰).

جدول ۴ – نتایج بررسی کیفیت میکروبی در FPC خشک‌شده با استفاده از آون و وکیوم درایر هنگام نگهداری در محیط (لگاریتم واحد تشکیل دهنده کلنی به ازای هر گرم)

شاخص	تیمارهای آزمایشی	زمان نگهداری (روز) صفر	۱۰	۲۰	۳۰
تعداد کل باکتری	وکیوم	کمتراز۱۰۰عددرگرم	کمتراز۱۰۰عددرگرم	کمتراز۱۰۰عددرگرم	کمتراز۱۰۰عددرگرم
	آون	کمتراز۱۰۰عددرگرم	کمتراز۱۰۰عددرگرم	کمتراز۱۰۰عددرگرم	کمتراز۱۰۰عددرگرم
کلی‌فرم و اشریشیاکلی	وکیوم	کمتراز۱۰عددرگرم	کمتراز۱۰عددرگرم	کمتراز۱۰عددرگرم	کمتراز۱۰عددرگرم
	آون	کمتراز۱۰عددرگرم	کمتراز۱۰عددرگرم	کمتراز۱۰عددرگرم	کمتراز۱۰عددرگرم
سالمونلا	وکیوم	کمتراز۱۰عددرگرم	کمتراز۱۰عددرگرم	کمتراز۱۰عددرگرم	کمتراز۱۰عددرگرم
	آون	کمتراز۱۰عددرگرم	کمتراز۱۰عددرگرم	کمتراز۱۰عددرگرم	کمتراز۱۰عددرگرم
استافیلوکوکوس	وکیوم	کمتراز۱۰عددرگرم	کمتراز۱۰عددرگرم	کمتراز۱۰عددرگرم	کمتراز۱۰عددرگرم
	آون	کمتراز۱۰عددرگرم	کمتراز۱۰عددرگرم	کمتراز۱۰عددرگرم	کمتراز۱۰عددرگرم

۴- نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج آزمایشات شیمیایی، میکروبی، حسی و حلالیت تیمارهای کنسانتره پروتئین ماهی خشک شده توسط وکیوم درایر و آون تا پایان زمان نگهداری (به مدت۳۰ روز) در دمای محیط قابل پذیرش بودند. طی نگهداری آلودگی باکتریایی و کپک و مخمر در فرآورده مشاهده نشد و بر خلاف حلالیت عوامل شیمیایی در تیمارهای آزمایشی طی نگهداری تغییرات معنی‌دار نشان دادند، اما ویژگی‌های حسی در تیمار خشک شده با آون طی نگهداری تغییرات معنی‌دار نشان دادند. علاوه بر این تیمار خشک شده به روش آون در مقایسه با تیمار خشک شدن توسط وکیوم درایر به دلیل دارا بودن مقادیر بالاتر شاخص‌های فساد شیمیایی کیفیت پائین‌تری را به خود اختصاص داد. همچنین تیمار خشک شده به روش آون حلالیت و امتیاز حسی پائین‌تری را در مقایسه با تیمار خشک شده توسط وکیوم درایر کسب نمود. با توجه به عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی از نظر شاخص‌های شیمیایی، حسی و ارزش غذایی و وجود تفاوت معنی‌دار بین این تیمارها از نظر وجود حلالیت از این رو خشک کردن به روش وکیوم درایر برای تهیه FPC از ماهی سیم توصیه می‌گردد.

۵- منابع

۱. خانی پور علی اصغر، سیف زاده مینا، زارع گشتی قربان. تاثیر کنسانتره پروتئین ماهی سیم بر ارزش غذایی و فاکتورهای شیمیایی کلوچه ماهی در دمای محیط. *فصلنامه علوم آبزی پروری پیشرفت*.۱۳۹۶؛ ۱(۲): ۷۰-۵۹.

۲. شوقی زهرا، باباخانی لشکان آریا، پورفرزاد امیر، ۱۴۰۰. بررسی خصوصیات بافتی، رنگ و حسی پاستای غنی شده با کنسانتره ماهی سیم. *مجله علوم و فنون شیلات*. ۱۴۰۰؛ ۱۰(۳): ۳۸۵-۳۷۰.

dor: 20.1001.1.23225513.1400.10.3.1.5

۳. غفاری سحر، حسینی سید ولی، فرهنگی مهرداد، بریری مجتبی. ارزیابی ویژگی های شیمیایی و فیزیکوشیمیایی نان تست غنی شده با کنسانتره پروتئین ماهی کپور نقره ای. *مجله علوم آبزی پروری*. ۱۳۹۸؛ ۷ (۲): ۲۵۲-۲۳۷.

4. Abraha B, Mahmud A, Admassu H, Yang F, Tsighe N. Production and quality evaluation of biscuit incorporated with fish fillet protein concentrate. *Journal of Nutrition and Food Sciences.* 2018*; 8*(1): 744. doi: 10.4172/2155-9600.1000744
5. Afrianto E, Evi Liviawaty J, Rostini I. 2020. Physicochemical characteristics fish protein concentrate from *Cyprinus carpio*. International Journal of Advanced Science and Technology. *2020; 29*(5:169-173. http://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article/view/8847
6. Akhade A. R., Koli J. M, Sadawarte R. K, Akhade R. R.. Functional properties of fish protein concentrate extracted from ribbon fish, *Lepturacanthus savala* by different methods. *International Journal Processing and Post Harvest Technology. 2016; 7*(2):274-283. doi: 10.15740/HAS/IJPPHT/7.2/274-283
7. Al-Hassoon A. Sh, Al-Hamadany Q. H, Mohammed A. A. Preparing fish protein concentrate from ray fish by water and alkaline hydrolysis and their physiochemical and microbial properties. *Mesopotamian Journal of Marine Science.* 2021; *36*(1): 51-58. doi:10.58629/mjms.v36i1.16
8. Andrews, W. H., Hammack, T. S. 2022. Food sampling and preparation of sample homogenate. *FDA*.
9. Andrews, W. H., Wang, H., Jacobson, A., Ge, B., Zhang, G. and Hammack, T., 2023. Salmonella. *FDA*.
10. AOAC., 2005. Official methods analysis. *Association of Official Analytical Chemists*. 18th Ed.
11. Bekhit A. A, Holman B. W. B, Giteru S. G, Hopkins D. L. Total volatile basic nitrogen and its role in meat spoilage: A review. *Trends in Food Science and Technology.* 2021; 109(1): 280- 302.
doi: 10.1016/J.TIFS.2021.01.006
12. Biswal B. K, Huang H, Dai J, Chen G. H, Wu D. Impact of low-thermal pretreatment on physicochemical properties of saline waste activated sludge, hydrolysis of organics and methane yield in anaerobic digestion. *Bioresour Technology*. 2020; *297*(1): p.122423. doi: 10.1016/j.biortech.2019.122423
13. Cashion T, Le Manach F, Zeller D, Pauly D. Most fish destined for fishmeal production are food-grade fish. *Fish and Fisheries.* 2017; *18* (5):837–844. doi: 10.1111/faf.12209
14. Dewita B, Syahrul M. SI, Suparmi T, Lukmana S. Utilization of fish protein concentrate from patin fish on street foods for under five years children at Kampar district, Riau province. *International Journal of Oceans and Oceanography.* 2017; *11*(1): pp.75-88.
15. FAO. 1986. Food and nutrition paper manuals of food quality control food analysis: Quality, adulteration, and tests of identity. *FAO*.
16. FAO. 2007. Fish Protein Concentrate, fish flour, fish hydrolyzate. *Animal Feed Resource Information System.*
17. FAO. 2022. The state of world fisheries and aquaculture (SOFIA). 2022. *FAO.*
18. FDA. 2023. Food additives permitted for direct addition to food for human consumption. *FDA*.
19. Feng, P., Weagant, S. D., Grant, M. A., Burkhardt, W., Shellfish, M., Water, B., 2020. Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. *FDA*.
20. Gilbert, S. W., 2013. Applying the hedonic method. *Natural Institute Standard Technology*. Technical Note 1811.
21. Goes E. S. R, Souza M. L. R, Michka J. M. G, Kimura K. S, Lara J. A. F, Delbem A. C. B, et al. Fresh pasta enrichment with protein concentrate of tilapia: nutritional and sensory characteristics. *Food Science and Technology.* 2016; *36*(1):76-82. doi: 10.1590/1678-457X.0020
22. Ikasari D, Donny Y. Physical and functional characteristics of Snakehead fish protein concentrate produced by acid and alkali solubilization methods. IOP Conference Series: *Earth Environmental Science.* 2019; *292*, pp:012020. doi: 10.1088/1755-1315/292/1/012020
23. Junianto J, Nurrahmah N. S, Rusyani W, Adiarsa R. Review article: Fish protein concentrate (FPC) for food fortification ingredient. *Global Scientific Journals.* 2021*; 8*(5):1514-1521.
24. Kumoro A. C, Wardhani D. H, Kusworo T. D, Djaeni M, Ping T. C, AzisY. M. F. Fish protein concentrate for human consumption: A review of its preparation by solvent extraction methods and potential for food applications. *Annals of Agricultural Sciences.* 2022; *67*(1): 42-59. doi: 10.1016/j.aoas.2022.04.003
25. Maturin, L. J., Peeler, J. T., 2001. Aerobic plate counts. *FDA*.
26. Moon H. J, Min K. J, Park N. Y, Park H. J, Yoon K. S. Survival of *Staphylococcus aureus* in dried fish products as a function of

31. Shanavas R, Shilpa J, Blossom K. L. Development and quality evaluation of fish protein concentrate incorporated value added products. *Journal of Scientific Research*. 2021*: 65*(4): 99 -105.
doi: 10.37398/JSR.2021.650417
32. Son T. K, Linh N. T, Thien L. T, Han L. T. N. Production of fish protein concentrate from palgasius catfish and study on the effect of sodium chloride, sodium tripolyphosphate, sucrose and sorbitol to the protein solubility and water holding capacity of FPC. *Science and Technology Development.* 2017; 20(1): 86-95. doi: 10.32508/stdjns.v1iT1.439
33. Taheri A, Anvar S. A. A, Ahari H, Fogliano V. Comparison the functional properties of protein Hydrolysates from poultry byproducts and rainbow trout viscera. *Iranian Journal of Fisheries Science.* 2013; *12*(1): 154-169. dor: 20.1001.1.15622916.2013.12.1.13.6
34. Tallent, S., Hait, J., Bennett, R. W., Lancette, G. A., 2016. *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcal Enterotoxins. FDA*.
35. Tournas, V., Stack, M. E., Mislivec, P. B., Koch, H. A. and Rbandler, R., 2001. Yeasts, Molds and Mycotoxin. *FDA.*
temperature. *Food Science Biotechnology.* 2017; 26(3): 823–828. doi: 10.1007/s10068-017-0096-0
27. Moosavi S. R. A, Khanipour A. A. Evaluating the nutritional value and shelf life of fish patty enriched with protein concentrate from *Abramis brama* at ambient temperature. *Journal Food Drug Research.* 2018*; 2*(1): 5-10. doi: 10.33545/26174693.2018.v2.i2a.17
28. Partanen M, Honkapää K, Hiidenhovi J, Kakko T, Mäkinen S, Kivinen S. Comparison of commercial fish proteins' chemical and sensory properties for human consumption. *Foods.* 2023*;* 12(5): 966. doi: 10.3390/foods12050966
29. Phadtare M. C, Ranveer R. C, Rathod N. B, Sharangdhar S. T, Swami S. B, Vartak V. R. Extraction, characterization and utilization of fish protein concentrate. *Aquatic Food Studies.* 2021; *1*(2): AFS47. doi:10.4194/AFS47
30. Rathod N. B, Ranveer R. C, Benjakul S, Kim S. K, Pagarkar A. U, Patange, S. Recent developments of natural antimicrobials and antioxidants on fish and fishery food products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.* 2021; 20(4): 4182-4210. doi: 10.1016/j.foodcont.2021.108244