

Extraction of gelatin from aquatic processing waste with the approach of edible use

Milad Zaferani Tabrizi¹, Seyed Mahdi Ojagh^{*2}, Moazameh Kordjazi^{*3}, Mazaher Gholipour Malekabadi⁴, Alireza Alishahi⁵ and Alexander Sifalian⁶

1. Dept. of Seafood Processing, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: mzt.alborz@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, Associate Prof., Dept. of Seafood Processing, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran & E-mail: ojagh@ut.ac.ir
3. Corresponding Author, Assistant Prof., Dept. of Sea Food Processing, Faculty of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: kordjazi.m@gmail.com
4. Department of Medical Biotechnology, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
5. Associate Prof., Dept. of Seafood Processing, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
6. Nanotechnology and Regenerative Medicine Commercialization Center, the London BioScience Innovation Center, London.

Article Info

Article type:

Full Length Research Paper

Article history:

Received: 12.19.2023

Revised: 01.01.2024

Accepted: 01.02.2024

Keywords:

Aquatic waste,

Fish gelatin,

Gelatin

ABSTRACT

The purpose of this project is to extract and evaluate the waste of aquatic processing for the production of edible gelatin. First the required amount (150 kg) of waste were collected from fish processing centers and transferred to the laboratory. In the next step, it is washed with tap water, soda solution in a ratio of 1 to 10 for 2 hours, then were removed the solution and prepared to be placed in acetic acid solution in a ratio of 1 to 10 for three hours. After washing, the residue were thoroughly washed with tap water, in a ratio of 1 to 10 combined with distilled water in a steel container and placed inside the oven at a temperature of 60 degrees celsius. After 8 hours, the container was removed and the residue separated from it using a filter and cotton. The gelatin solutions were reduced to half volume using heat and concentrated, then the concentrated solution was poured into steel trays and placed in a dryer at a temperature of 50 degrees celsius. At the end, the dried gelatin flakes were transferred to the mill and powdered. In the final stage, they were sent to the standard laboratory for analyses. The obtained results indicated that the gelatins of sturgeon skin, head of sturgeon, and head of gidder fish have a more suitable physico-chemical, sensory and standard quality than other wastes and have the ability to be produced on a larger scale.

Cite this article: Zaferani Tabrizi, Milad, Ojagh, Seyed Mahdi, Kordjazi, Moazameh, Gholipour Malekabadi, Mazaher, Alishahi, Alireza and Sifalian, Alexander, 2024.

. 2024. Extraction of gelatin from aquatic processing waste with the approach of edible use. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 13 (1), 175-188.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/japu.2024.22012.1839

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

استخراج ژلاتین از پسماند فرآوری آبزیان با رویکرد مصارف خوراکی

میلاد زعفرانی تبریزی^۱، سید مهدی اجاق^{۲*}، معظمه کردجزی^{۳*}، مظاهر قلی پور ملک آبادی^۴، علیرضا عالیشاهی^۵ و الکساندر سیفالیان^۶

۱. گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: mzt.alborz@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران، دانشیار گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. و. رایانامه: ojagh@ut.ac.ir
۳. نویسنده مسئول، استادیار گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: kordjazi.m@gmail.com
۴. گروه بیوتکنولوژی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
۵. گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۶. مرکز تجاری سازی نانو تکنولوژی و پزشکی بازساختی، مرکز نوآوری علوم زیستی لندن، لندن.

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	سابقه و هدف: هدف از این طرح استخراج و ارزیابی پسماند فرآوری آبزیان برای تولید ژلاتین خوراکی می‌باشد. در پژوهش حاضر نخست به مقدار لازم (۱۵۰ کیلوگرم) انواع پسماند (ماهی سردین کامل، باله سفره‌ماهی، سر ماهی شیر، سر ماهی هور، سر ماهی گیدر، سر ماهی خاویاری، پوست ماهی خاویاری) از مراکز فرآوری ماهی جمع‌آوری شدند و به آزمایشگاه منتقل گردیدند. در مرحله بعد با آب آشامیدنی شسته شده، در محلول سود با نسبت ۱ به ۱۰ به مدت ۲ ساعت قرار گرفته، سپس از محلول خارج شده و با آب آشامیدنی به صورت کامل شستشو داده شدند. برای قرار گرفتن در محلول اسید استیک با نسبت ۱ به ۱۰ به مدت سه ساعت آماده گردیدند. بعد از پایان شستشو پسماند کاملاً با آب آشامیدنی شسته شده، به نسبت ۱ به ۱۰ با آب مقطر در ظرف استیل ادغام و درون آن با دمای ۶۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند. بعد از ۸ ساعت ظرف خارج شده و پسماندها از داخل آن با استفاده از فیلتر و پنبه جداسازی گردیدند. محلول‌های ژلاتینی با استفاده از حرارت به حجم نصف رسانده شدند و تغلیظ صورت گرفت، سپس محلول تغلیظ‌شده درون سینی‌های استیل ریخته و درون خشک‌کن با دمای ۵۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند. در پایان پولک‌های خشک شده ژلاتین به آسیاب منتقل شده و پودر گردیدند. در مرحله نهایی برای آنالیزهای استاندارد به آزمایشگاه استاندارد فرستاده شدند. نتایج به دست آمده بیانگر این بود که ژلاتین‌های پوست ماهی خاویاری، سر ماهی خاویاری و سر ماهی گیدر دارای کیفیت فیزیکی شیمیایی، حسی و استاندارد مناسب‌تری نسبت به دیگر پسماندها بوده و قابلیت تولید در مقیاس‌های بزرگ‌تری را دارند.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۲۸	
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۱	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۲	
واژه‌های کلیدی: پسماند آبزیان، ژلاتین، کیفیت	

استخراج ژلاتین از پسماند فرآوری آبزیان ... / میلاد زعفرانی تبریزی و همکاران

استناد: زعفرانی تبریزی، میلاد، اجاق، سید مهدی، کردجزی، معظمه، قلی پور ملک آبادی، مظاهر، عالیشاهی، علیرضا و سیفالیان، الکساندر (۱۴۰۳). استخراج ژلاتین از پسماند فرآوری آبزیان با رویکرد مصارف خوراکی. نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان، ۱۳ (۱)، ۱۷۵-۱۸۸.

DOI: 10.22069/japu.2024.22012.1839



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

پسماند ناشی از فرآوری و تولید فیله از ماهی می‌تواند به میزان ۷۵ درصد از وزن کل برسد. این مواد شامل سر، پوست و فلس‌ها، احشا، اسکلت (ستون مهره با گوشت‌های چسبیده به آن) و قطعات کوچک بریده شده از فیله می‌باشد. حدود ۳۰ درصد از این پسماند شامل پوست، استخوان و فلس‌ها حاوی مقادیر بالای کلاژن هستند که می‌تواند برای تولید تجاری کلاژن و ژلاتین استفاده شوند. بنابراین تهیه کلاژن و ژلاتین از پسماند فرآوری آبزیان نه تنها نیاز مصرف‌کنندگان به حلال و پاک بودن و عاری بودن از خطر جنون گاوی را مرتفع می‌سازد بلکه می‌تواند بازده اقتصادی صنعت شیلات را افزایش دهد (۱).

اطمینان از حلال بودن محصول عامل بسیار مهمی در تجارت جهانی غذا در بازار کشورها و جوامع اسلامی محسوب می‌شود. بسیاری از شرکت‌ها در صنعت غذا، به‌خاطر زیان و عوارض ناشی از برگشت و پس فرستادن غذا ترجیح می‌دهند تمام خطوط تولید و فرآوری آن‌ها بر اساس تولید غذای حلال عمل کنند. برای روشن شدن بهتر موضوع می‌توان با توجه به افزایش روزافزون مسلمانان در سطح جهان، تولیدات حلال در سراسر دنیا پیشرفت چشم‌گیری داشته است (۲). تشکیل ژل برگشت‌پذیر- دمایی^۱ در آب یکی از ویژگی‌های ژلاتین است. استحکام ژل، اصلی‌ترین ویژگی فیزیکی ژل حاصل از ژلاتین است و ارزش تجاری ژلاتین اساساً بر پایه همین ویژگی است. ژلاتین بر اساس ویسکوزیته آن با واحدی به نام بلوم درجه‌بندی می‌شود. هرچه عدد بلوم ژلاتین بالاتر باشد، درجه و قیمت آن بالاتر خواهد بود (۳). آبرومند (۲۰۰۷) تولید ژلاتین خوراکی از پسماند فرآوری آبزیان را مورد بررسی قرار داد. در این

پژوهش طی دو مرحله اثر pH و نوع ماده اولیه (کفشک‌ماهی، کوسه‌ماهی، پسماند تولید فیله) روی مهم‌ترین خواص کمی و کیفی ژلاتین ارزیابی شد. در مرحله دوم پژوهش نیز اثر دما و pH روی میزان راندمان ژلاتین مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مرحله اول نشان داد که در صورت استفاده از شرایط قلیایی و پسماند فیله، حداکثر میزان ژلاتین حاصل می‌شود. نتایج مرحله دوم نشان داد که دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و pH برابر با ۶/۵، بالاترین راندمان تولید و بهترین کیفیت ژلاتین را حاصل می‌کند (۴). عطاران فریمان و همکاران (۱۳۹۵) کلاژن را از دیواره بدن خیار دریایی به روش محلول در اسید استخراج کرده و ترکیب اسیدهای آمینه آن را مورد بررسی قرار دادند. همچنین ژلاتین از کلاژن موجود استخراج و ویژگی‌های عملکردی آن بررسی شد. نتایج نشان داد که کلاژن استخراجی از دیواره بدن این گونه از خیار دریایی نوع I می‌باشد. غالب‌ترین اسید آمینه موجود در کلاژن گلايسين بود. ژلاتین نیز طبق روش آبکافت اسیدی استخراج شد. ژلاتین دارای نقطه ذوب ۳۰ درجه سانتی‌گراد و نقطه تشکیل ژل ۵ درجه بود. ویسکوزیته ژلاتین استحصال‌ی از ویسکوزیته ژلاتین حاصل از گونه‌های ماهی و پستانداران پایین‌تر بود (۵). Yu و همکاران (۲۰۲۳) از روش‌های نمک‌سازی خشک، نمک مرطوب، پیسین، اسید و حرارت برای استخراج ژلاتین از پوست ماهی تیلاپیا، ماهی کپور و ماهی سوف دریایی استفاده کردند. آن‌ها گزارش کردند که روش‌های مختلف می‌توانند محصولات ژلاتینی مشخصی را با توجه به نیازهای خاص تولید کنند. اثر متقابل اجزای سازنده، مکانیسم تشکیل ژلاتین را آشکار می‌کند و بیولوژی آن را توسعه می‌دهد (۶). با توجه به موارد ذکر شده، از پسماند ماهیان که مصرف خاصی ندارند، می‌توان ژلاتینی با منشأ حلال که برای مسلمانان در سراسر جهان مورد

1- Thermo-reversible

اتاق انجام شد، سپس پسماند تیمار شده با اسید به روشی که گفته شد مجدد شست و شو گردید. بعد از انجام پیش تیمار، پسماند متورم در محلول NaOH (۱ نرمال) خیسانده شد و به منظور استخراج ژلاتین، در دمای 50°C به مدت ۱۲ ساعت حرارت داده شدند. بعد از این مرحله، نمونه‌های مورد نظر به مدت ۳۰ دقیقه در دمای 20°C در دور ۱۵۰۰۰ (rpm) سانتریفیوژ، جداسازی، فیلتر و خشک شدند. ماده خشک به دست آمده به عنوان پودر ژلاتین در دمای 20°C تا زمان استفاده ذخیره گردید (۷).

آزمایش‌های استاندارد ژلاتین کد ۳۴۷۴:

آزمایش‌های استاندارد ژلاتین برای ۴ نمونه ژلاتین (پوست فیل ماهی، سر فیل ماهی، سر ماهی هور، سر ماهی گیدر) با توجه به راندمان و کیفیت ژلاتین‌ها انجام شد. آزمایش‌ها شامل: طعم و بو و رنگ، pH، خاکستر، بسته‌بندی و نشانه‌گذاری، قدرت بستن ژلاتین، آرسنیک، ازت در ماده خشک، رطوبت کل، کلسیم و ناپذیرفتنی‌ها، بودند (۸).

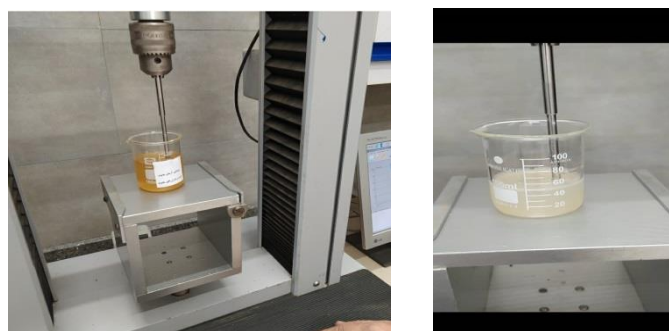
تعیین مقاومت ژل ژلاتین: مقاومت ژل با روش Gómez-Guillén و همکاران (۲۰۱۱) و با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (مدل CT3-10، بروکفیلد، آمریکا روی دو ژل سر ماهی گیدر و پوست ماهی خاویاری) انجام گردید. بدین منظور ابتدا پودر ژلاتین به نسبت ۴ درصد (وزنی/حجمی) در دمای 60°C درجه سانتی‌گراد با آب مقطر محلول شده و به ظروف اندازه‌گیری صاف ۱۲۵ میلی‌لیتری (۵۵ میلی‌متر ارتفاع) * ۵۰ میلی‌متر قطر) منتقل و به مدت ۱۷ ساعت در یخچال دوره رسیدگی را طی کرد. پس از دوره رسیدگی قدرت ژل بر اساس بلوم تحت شرایط دستگاهی (پیستون استوانه‌ای تفلونی با قطر ۷/۱۲ میلی‌متر، عمق نفوذ ۱۰ میلی‌متر و سرعت نفوذ ۱ میلی‌متر/ثانیه) اندازه‌گیری شد (۹).

اهمیت است، استخراج کرده که قابلیت جایگزینی به‌جای ژلاتین تجاری در بازار را دارد. بنابراین، با در نظر گرفتن همه جوانب اقتصادی و این‌که ژلاتین در مقایسه با آرد ماهی مصارف بیش‌تری دارد و مورد نیازتر است، هم‌چنین می‌توان از ضایعات دامی کشور پودر استخوان برای تهیه خوراک طیور به دست آورد ولی مقادیر ضایعات دامی جهت تهیه ژلاتین در مقیاس صنعتی کافی نیست در صورتی که ضایعات شیلات به مقادیر فراوان و ارزان‌قیمت در بنادر شمالی و جنوبی کشور تولید و جمع‌آوری می‌شود؛ می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که تولید ژلاتین از پسماندهای شیلاتی از لحاظ اقتصادی به صرفه بوده و تولید آن در مقیاس صنعتی قابل بررسی به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش پوست فیل ماهی پرورشی، سر فیل ماهی پرورشی، ماهی ساردین کامل، باله سفره ماهی، سر ماهی شیر، سر ماهی هور، سر ماهی گیدر مورد استفاده قرار گرفت.

استخراج ژلاتین از نمونه‌های مورد آزمایش: در مرحله اول، استخراج ژلاتین از پسماند تمام نمونه‌های مورد آزمایش بر اساس روش زعفرانی تبریزی و همکاران (۱۳۹۸) با اندکی اصلاح انجام شد. ابتدا به منظور خیساندن پسماند و حذف چربی و پروتئین‌های غیرکلاژنه، نمونه‌ها در محلولی مرکب از NaOH (۰/۲ مولار) و H_2O_2 با نسبت ۱۰:۱ پسماند/محلول (وزنی/حجمی) به مدت ۲ ساعت در دمای حدود 4°C در هم‌زن یخچال‌دار قرار داده شدند. سپس پسماند تیمار شده با آب شیر شستشو شده تا زمانی که pH آب موردنظر به زیر ۷/۵ برسد. زدودن مواد معدنی از پسماندها با استفاده از محلول CH_3COOH (۰/۰۵ مولار) با نسبت ۱۰:۱ (وزنی/حجمی) پسماند/محلول به مدت ۳ ساعت در دمای



شکل ۱- تعیین مقاومت ژلاتین (ژل پوست ماهی خاویاری و ژل سر ماهی گیدر).
Figure 1. Determination of gelatin resistance (sturgeon skin gel and gilder gel).

آب مقطر، ۱۰۰ گرم به صورت پودری بوده و راندمان کلی از این ماهی در این مرحله ۳/۳ درصد می‌باشد.

نتایج

ژلاتین از ماهی ساردین: ژلاتین استخراج شده از ماهی ساردین در مقیاس کلی ۱۵ کیلوگرم به ۱۵۰ لیتر



شستشوی اولیه



تخلیه امعا و احشا



تصفیه و شفاف سازی (رفع کدورت)



مرحله پخت و استخراج



ژلاتین پودر شده (۴۹ گرم)

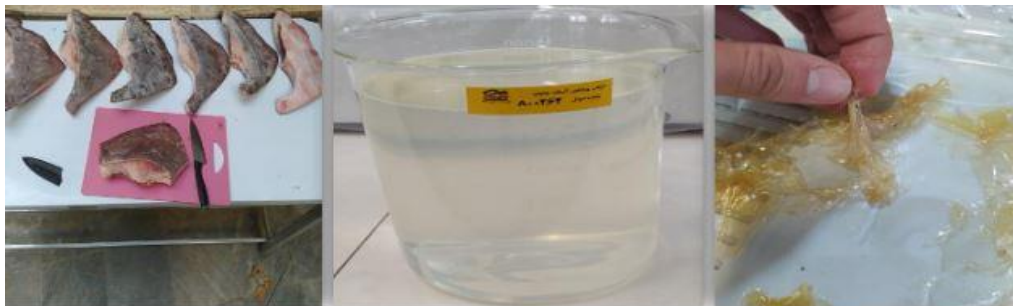


مرحله تغلیظ

شکل ۲- مراحل استخراج ژلاتین ماهی ساردین.
Figure 2. Extraction steps of sardine fish gelatin.

است مایع ژلاتین در دستگاه خشک‌کن به صورت کامل خشک شد، ولی در دمای اتاق رطوبت جذب کرده و به صورت فیلم در آمد.

ژلاتین از باله سفره ماهی: استخراج از باله سفره ماهی انجام شد و راندمان کلی از کل باله خرد شده سفره ماهی ۱ درصد بود. این ژلاتین کاملاً بی‌رنگ و دارای بوی کمی از گوشت پخته باله بود. لازم به ذکر



شکل ۳- مراحل استخراج ژلاتین باله سفره ماهی.

Figure 3. Extraction steps of softremahi fin gelatin.

ژلاتین از سر ماهی شیر



شکل ۴- مراحل استخراج از سر ماهی شیر.

Figure 4. Extraction steps from shirmahi head.

استخراج شده از سر فیله ماهی با ژلاتین استخراج شده از پوست فیله ماهی از لحاظ شکل و رنگ و بو و قدرت ژلاتینی یکسان بود.

ژلاتین از سر فیله ماهی: مقدار ژلاتین به دست آمده و خشک شده از ۲ کیلوگرم سر فیله ماهی، ۳۴۰ گرم بود که نسبت راندمان آن ۱۷ درصد محاسبه شد. ژلاتین



شکل ۵- مراحل استخراج ژلاتین سر فیله ماهی.

Figure 5. Extraction steps of Huso huso head gelatin.

قدرت ژل‌شدگی بالا بوده، ۹۴ گرم ژلاتین حاصل از این پوست در ۷۴۴ سی‌سی آب قدرت تشکیل ژل را دارا بود و در دمای یخچال کاملاً بسته شد.

ژلاتین از پوست فیلماهی: راندمان استخراج ژلاتین از ۵ کیلوگرم پوست به تنهایی بدون گوشت ۹۱ درصد بود. ژلاتین استخراج شده بدون بو و مزه و دارای



شکل ۶- مراحل استخراج ژلاتین پوست فیلماهی.

Figure 6. Extraction steps of *Huso huso* skin gelatin.

هور بوده که راندمان ۳/۰۶ درصد شد.

ژلاتین از سر ماهی هور: بازده آن ۱۵۳ گرم به صورت خشک آسیاب شده از ۵ کیلوگرم سر ماهی



شکل ۷- مراحل استخراج ژلاتین ماهی هور.

Figure 7. Extraction steps of havour gelatin.

به دست آمد که راندمان آن ۴ درصد محاسبه گردید.

ژلاتین از سر ماهی گیدر: ژلاتین خشک شده از سر ماهی گیدر ۲۰۰ گرم از ۵ کیلوگرم سر ماهی گیدر



شکل ۸- مراحل استخراج ژلاتین ماهی گیدر.

Figure 8. Extraction steps of gider head gelatin.

نتایج فیزیکوشیمیایی و حسی: آزمایش‌های استاندارد
 ژلاتین برای ۴ نمونه (پوست فیل ماهی، سر فیل ماهی،
 سر ماهی هوور، سر ماهی گیدر) با توجه به راندمان و
 کیفیت ژلاتین‌ها انجام شد.

جدول ۱- آزمون‌های استاندارد ژلاتین پوست فیل ماهی.

Table 1. Standard tests of *Huso huso* skin gelatin.

ردیف	ویژگی/شرح آزمون	نتیجه آزمون	واحد	محدوده نرمال	روش مرجع
۱	طعم و بو رنگ	مطابق استاندارد	-	مطابق استاندارد	۳۴۷۴
۲	pH	۶/۷۹	-	۳/۸-۷/۶	۳۴۷۴
۳	خاکستر	۱/۰۷	درصد	بیشینه ۲	۳۴۷۴
۴	بسته‌بندی و نشانه‌گذاری	-	-	مطابق استاندارد	۳۴۷۴
۵	قدرت بستن ژلاتین	آزمون را گذراند	-	آزمون را گذراند	۳۴۷۴
۶	آرسنیک (As)	کم‌تر از ۱	ppm	بیشینه ۱	۱۶۷۲۲
۷	ازت در ماده خشک	۲۰/۲۳	درصد	بیشینه ۱۵	۳۴۷۴
۸	رطوبت کل	۷/۰۷	درصد	کمینه ۱۵	۳۴۷۴
۹	کلسیم (Ca)	کم‌تر از ۱/۵	ppm	بیشینه ۱/۵	۹۲۶۶
۱۰	کلسیم	۶/۴	۱۰۰ gr/mg	-	-
۱۱	ناپذیرفتنی‌ها	مطابق استاندارد	-	مطابق استاندارد	-

جدول ۲- آزمون‌های استاندارد ژلاتین سر فیل ماهی.

Table 2. Standard tests of *Huso huso* head gelatin.

ردیف	ویژگی/شرح آزمون	نتیجه آزمون	واحد	محدوده نرمال	روش مرجع
۱	طعم و بو رنگ	مطابق استاندارد	-	مطابق استاندارد	۳۴۷۴
۲	pH	۷/۴۸	-	۳/۸-۷/۶	۳۴۷۴
۳	خاکستر	۱/۰۳	درصد	بیشینه ۲	۳۴۷۴
۴	بسته‌بندی و نشانه‌گذاری	-	-	مطابق استاندارد	۳۴۷۴
۵	قدرت بستن ژلاتین	آزمون را گذراند	-	آزمون را گذراند	۳۴۷۴
۶	آرسنیک (As)	کم‌تر از ۱	ppm	بیشینه ۱	۱۶۷۲۲
۷	ازت در ماده خشک	۲۱/۱۵	درصد	بیشینه ۱۵	۳۴۷۴
۸	رطوبت کل	۷/۰۴	درصد	کمینه ۱۵	۳۴۷۴
۹	کلسیم (Ca)	کم‌تر از ۱/۵	ppm	بیشینه ۱/۵	۹۲۶۶
۱۰	کلسیم	۴/۸	۱۰۰ gr/mg	-	-
۱۱	ناپذیرفتنی‌ها	مطابق استاندارد	-	مطابق استاندارد	-

جدول ۳- آزمون‌های استاندارد ژلاتین سر ماهی هور.

Table 3. Standard tests of havour head gelatin.

ردیف	ویژگی/شرح آزمون	نتیجه آزمون	واحد	محدوده نرمال	روش مرجع
۱	طعم و بو رنگ	مطابق استاندارد	-	مطابق استاندارد	۳۴۷۴
۲	pH	۸/۲۶	-	۳/۸-۷/۶	۳۴۷۴
۳	خاکستر	۵/۵۶	درصد	بیشینه ۲	۳۴۷۴
۴	بسته‌بندی و نشانه‌گذاری	-	-	مطابق استاندارد	۳۴۷۴
۵	قدرت بستن ژلاتین	آزمون را گذراند	-	آزمون را گذراند	۳۴۷۴
۶	آرسنیک (As)	کم‌تر از ۱	ppm	بیشینه ۱	۱۶۷۲۲
۷	ازت در ماده خشک	۱۷/۸۴	درصد	بیشینه ۱۵	۳۴۷۴
۸	رطوبت کل	۸/۴۳	درصد	کمینه ۱۵	۳۴۷۴
۹	کلسیم (Ca)	کم‌تر از ۱/۵	ppm	بیشینه ۱/۵	۹۲۶۶
۱۰	کلسیم	۵/۶	۱۰۰ gr/mg	-	-
۱۱	ناپذیرفتنی‌ها	مطابق استاندارد	-	مطابق استاندارد	-

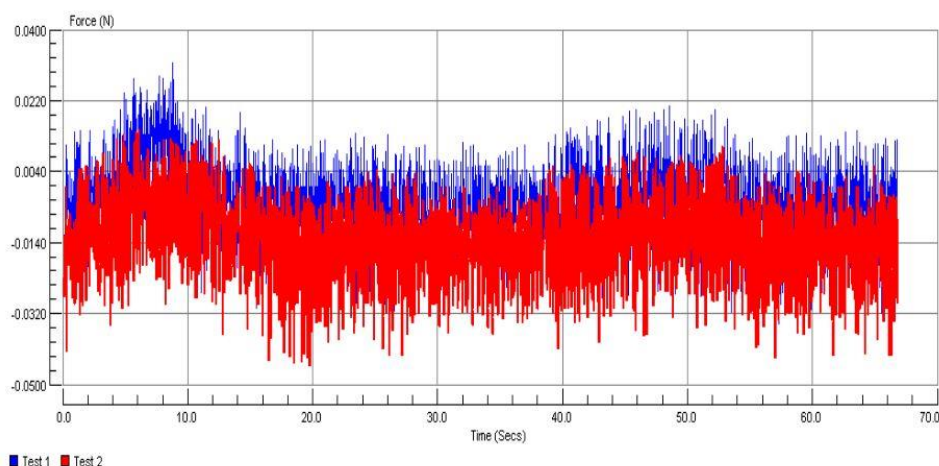
جدول ۴- آزمون‌های استاندارد ژلاتین سر ماهی گیدر.

Table 4. Standard tests of gider head gelatin.

ردیف	ویژگی/شرح آزمون	نتیجه آزمون	واحد	محدوده نرمال	روش مرجع
۱	طعم و بو رنگ	مطابق استاندارد	-	مطابق استاندارد	۳۴۷۴
۲	pH	۶/۷۷	-	۳/۸-۷/۶	۳۴۷۴
۳	خاکستر	۱/۱۸	درصد	بیشینه ۲	۳۴۷۴
۴	بسته‌بندی و نشانه‌گذاری	-	-	مطابق استاندارد	۳۴۷۴
۵	قدرت بستن ژلاتین	آزمون را گذراند	-	آزمون را گذراند	۳۴۷۴
۶	آرسنیک (As)	کم‌تر از ۱	ppm	بیشینه ۱	۱۶۷۲۲
۷	ازت در ماده خشک	۷/۳۴	درصد	بیشینه ۱۵	۳۴۷۴
۸	رطوبت کل	۱۵/۱۳	درصد	کمینه ۱۵	۳۴۷۴
۹	کلسیم (Ca)	کم‌تر از ۱۵	ppm	بیشینه ۱/۵	۹۲۶۶
۱۰	کلسیم	۵/۲	۱۰۰ gr/mg	-	-
۱۱	ناپذیرفتنی‌ها	مطابق استاندارد	-	مطابق استاندارد	-

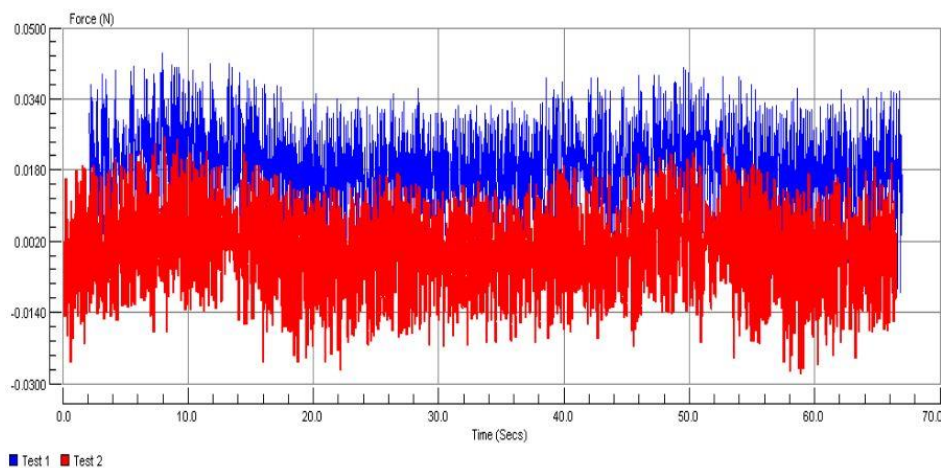
چسبندگی (۱-۴/۷۸) میلی ژول، قابلیت جویدن (۲/۳۵-۳/۳۸) میلی ژول، الاستیسیته (۳۸/۵-۱۰۲/۷) میلی متر و کشش‌پذیری (۰/۵۶-۱/۲۵) میلی متر بود.

مقاومت ژل ژلاتین: مقاومت ژل پوست خاویاری و سر ماهی گیدر به روش Szczesniak (۲۰۰۲) و Khazee pool و همکاران (۲۰۱۳) انجام شد (۱۰ و ۱۱). سختی (۱۵۴۸-۳۴۱۰) گرم، پیوستگی (۰/۶۹-۰/۹۴)،



شکل ۹- آنالیز قدرت ژلی ژلاتین پوست خاویاری.

Figure 9. Gel strength analysis of sturgeon skin gelatin.



شکل ۱۰- آنالیز قدرت ژلی ژلاتین سر ماهی گیدر.

Figure 10. Gel strength analysis of gilder head gelatin.

ضایعات ماهیان استخوانی (در دو شرایط قلیایی و اسیدی) و نوع ماده اولیه (کفشک ماهی، کوسه ماهی و پسماند فیله) گزارش دادند که در صورت استفاده از شرایط قلیایی و پسماند فیله مقدار ژلاتین در حداکثر مقدار خواهد بود (۴).

میرزاپور کوهدشت و همکاران (۱۳۹۷) با بررسی ویژگی‌های ژلاتین استخراج شده از فلس و باله کپور معمولی *Cyprinus carpio* به روش هیدرولیز آنزیمی در مقایسه با ژلاتین گاوی بیان کردند که خواص عملکردی شامل دما و زمان مناسب تشکیل

بحث و نتیجه‌گیری

در ایران منابع عظیم دریایی (انواع ماهیان خوراکی و غیرخوراکی) وجود دارد که هر سال مقادیر فراوانی از آن‌ها به‌عنوان ضایعات از بین می‌رود که می‌توان برای تهیه ژلاتین استفاده نمود، هم‌چنین از آن‌جایی‌که به مقادیر کافی و با قیمت ارزان در اختیار می‌باشند، این امر مفید و سودمند به‌نظر می‌رسد. پژوهش‌هایی در سال‌های گذشته روی بازده و خواص ژلاتین گزارش شده است. آبرومند (۱۳۸۶) در مطالعه‌ای تحت عنوان بهینه‌سازی شرایط تولید ژلاتین از

ژل ژلاتین، دما و زمان مناسب ذوب ژلاتین و ویژگی‌های امولسیون مناسب در این ژلاتین مشاهده شد (۱۲).

نقطه ضعف ژلاتین باله سفره‌ماهی ناشی از این است که ژلاتین به‌دست آمده از پوست ماهیانی که در آب‌های آزاد زندگی می‌کنند در دمای اتاق به صورت ژله‌ای در نمی‌آیند. دمای ژله شدن آن‌ها باید پایین‌تر از ۲ تا ۴ درجه سانتی‌گراد باشد. پوست ماهی که یکی از اصلی‌ترین موارد پسماند فرآوری ماهی می‌باشد، در حالی که مسبب آلودگی در محیط‌زیست است، می‌تواند به‌عنوان با ارزش‌ترین منبع ژلاتین مورد بهره‌برداری قرار گیرد. کلاژن و ژلاتینی که در پوست ماهی خاویاری وجود دارد، تنوع گسترده‌ای در ترکیبات آمینواسیدی در مقایسه با کلاژن پستانداران نشان می‌دهد. مقدار هیدروکسی پرولین و پرولین کم‌تر از پستانداران بوده، در عوض با وجود مقدار زیاد سرین و تریونین، جبران خواهد شد. *Muyonga* و همکاران (۲۰۰۴) شرح دادند که مقدار بالای پروتئین مواد کلاژنی، نشان‌دهنده بالاترین بازده ممکن استخراج ژلاتین از آن‌ها می‌باشد (۱۳).

در سال ۲۰۱۲ *Haddar* و همکاران، برای پوست ماهی تن ۴۰/۴۳ درصد پروتئین و ۵۲/۰۸ درصد رطوبت و برای ژلاتین حاصل از آن ۹۷/۳۱ درصد پروتئین و ۵/۹۸ درصد رطوبت و ۰/۸۲ درصد خاکستر گزارش کردند. ژلاتین عمدتاً شامل پروتئین و رطوبت است (۱۴). حضور خاکستر، لیپید و دیگر ناخالصی‌ها در مقدار بسیار کم نیز، برای کیفیت ژلاتین بسیار مهم در نظر گرفته می‌شود (۱۵).

دمای تشکیل ژل ژلاتین ماهی نسبت به ژلاتین پستانداران پایین‌تر است. این تفاوت در ارتباط با ترکیب هیدروکسی پرولین و پرولین در ماهی می‌باشد. ژلاتین قابلیت فراوانی برای تشکیل باندهای هیدروژنی با مولکول‌های آب برای تشکیل یک ژل

سه‌بعدی پایدار دارد. هیدروکسی پرولین و پرولین مسئول پایداری ساختار مارپیچ سه‌گانه از طریق پیوند هیدروژنی بین مولکول آب آزاد و گروه هیدروکسیل هیدروکسی پرولین در ژلاتین هستند (۱۶). *Ninan* و همکاران (۲۰۱۱) زمان مورد نیاز برای تشکیل ژل ژلاتین پوست ماهی روهو، ۱۰۶ ثانیه و پوست کپور معمولی، ۱۰۳ ثانیه گزارش کردند. هرچه میزان پپتیدهای کوچک‌تر از اندازه زنجیره آلفا بیش‌تر باشد زمان تشکیل ژل افزایش می‌یابد (۱۷).

ژلاتین به عنوان یک ژل برگشت‌پذیر با حرارت، نقطه ذوب آن برای برای ماهی در محدوده ۱۱ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (۱۸). به‌طور کلی دمای ذوب ژلاتین حاصله از پوست حیوانات خونگرم و ماهیان آب گرم نسبت به ژلاتین ماهیان آب سرد، بالاتر می‌باشد (۱۹). حضور مقدار بالای زنجیره‌های آلفا، می‌تواند افزایش نقطه ذوب را در این نمونه‌ها تشریح کند. هرچه زنجیره‌های آلفا ۱ و آلفا ۲ بیش‌تر باشد، نقطه ذوب نیز افزایش می‌یابد. بالا بودن نقطه ذوب در ژلاتین با وزن مولکولی و زنجیره‌های مولکولی آن در ارتباط است (۲۰). در بررسی نقطه ذوب ژل باید به ترکیب آمینواسیدی ژلاتین هم توجه داشت (۲۱). ژل‌های حاصل از ژلاتین تولیدشده از پسماند ماهی‌های ذکر شده ضعیف‌تر بوده و نسبت به ژلاتین حاصل از کلاژن پستانداران دارای نقطه ذوب پایین‌تری می‌باشند، در واقع کلاژن پستانداران دارای میزان پرولین و هیدروکسی پرولین بالاتری است.

Cheow و همکاران (۲۰۰۷) مقدار pH را برای ژلاتین پوست *croaker Sin* و *Shortfin scad* به ترتیب ۶/۶ و ۶/۵۹ گزارش کردند. این نشان می‌دهد که ژلاتین حاصل از ماهی دارای pH بیش‌تری نسبت به ژلاتین گاوی است که احتمالاً به دلیل تفاوت در pH مواد اولیه آن‌ها است (۲۲).

به مدت طولانی تری جویده شده‌اند (۲۵). Hernández و همکاران (۱۹۹۹) به همین مطلب اشاره کردند و تأثیر میزان ژلاتین را بر قابلیت جویدن بافت، مستقیم و معنی‌دار ارزیابی کردند (۲۶). Williams و Phillips (۲۰۰۰) گزارش کردند هرچه واکنش بین اجزای پلیمر بیشتر باشد، حلالیت کاهش یافته و عموماً منتهی به تشکیل ژل فشر مانده و لاستیکی می‌گردد (۲۷). با توجه به حلالیت مناسب ژل‌های مورد آزمایش در این پژوهش، الاستیسیته مناسبی از هر دو ژل در مشاهده شد. کشش‌پذیری هر دو ژل خوب بود اما در برگشت‌پذیری (پیک دوم) در نمونه ژل سر ماهی گیدر کشش‌پذیری ضعیف‌تری نسبت به نمونه دیگر (ژل پوست خاویاری) مشاهده گردید.

نتیجه‌گیری

استخراج ژلاتین از پسماند ماهی‌های ذکر شده به روش شستشوی اسیدی و قلیایی انجام شد. خواص عملکردی شامل دما و زمان مناسب تشکیل ژل ژلاتین، دما و زمان مناسب ذوب ژل ژلاتین و ویژگی‌های امولسیون مناسب (پایداری بالا) در این ژلاتین مشاهده شد. هم‌چنین ژلاتین به دست آمده دارای میزان پروتئین، رطوبت و خاکستر در حد مناسب بود. بالاترین راندمان بازدهی برای ژلاتین استخراج شده از پوست و سر ماهی خاویاری گزارش گردید (زعفرانی تبریزی و همکاران، ۱۳۹۷). در صورت ترکیب کردن پسماند پوستی و استخوانی می‌توان راندمان بازده ژلاتین را افزایش داد که صرفه اقتصادی بهینه‌تری داشته باشد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در بین ژلاتین‌های تولید شده، تنها ژلاتین سر ماهی هورور به دلیل pH و خاکستر بالا و خارج از محدوده اعلام شده در کد ۳۴۷۴ ملی استاندارد، با استاندارد ملی مطابقت نداشته و مورد تأیید نبوده است. در بین ژلاتین‌های مورد تأیید

در پژوهش‌های Ketnawa و همکاران (۲۰۱۷) بیان شده است که فعالیت پروتئین‌ها و پپتیدها به هم وابسته نیست پپتیدهای آنتی‌اکسیدانی در ژلاتین در طول هیدرولیز تولید می‌شوند و اندازه آن‌ها نیز در این خواص نقش مهمی دارند. هیدرولیز بیش از حد ژلاتین باعث می‌شود که پپتیدهای بسیار کوتاه و نامنظم در کنار هم قرار گیرند و اثر معکوس داشته باشند. هم‌چنین از دست دادن هیدروژن در ژلاتین احتمالاً در هیدرولیز ژلاتین وجود دارد (۲۳). در پژوهش حاضر، ژلاتین‌های مورد آزمایش خاصیت ضد میکروبی داشتند اما میزان هاله‌های تشکیل شده متفاوت بود که بهترین و بیش‌ترین قطر هاله بازدارندگی برای ژلاتین پوست ماهی خاویاری گزارش شد.

نتایج سختی ژلاتین‌های مورد آزمایش (ژل پوست ماهی خاویاری و ژل سر ماهی گیدر) نشان‌دهنده این موضوع بود که افزایش غلظت ژلاتین می‌تواند با افزایش سختی بافت رابطه مستقیم داشته باشد که Shahidi و همکاران (۲۰۱۱) در این رابطه نتایج مشابهی را به دست آوردند (۲۴). در ژله‌های قنادی برهمکنشی بین ژلاتین و دیگر ترکیبات رخ می‌دهد که ساکارز به پایداری این ساختار کمک می‌کند. پیوستگی ژل‌ها بیانگر این بود که هر دو ژل در یک بازه دارای پیوستگی هستند و تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. با توجه به غلظت‌های یکسان هر دو ژل نتایج چسبندگی بیانگر این بود که ژلاتین پوست ماهی خاویاری چسبندگی بیش‌تری نسبت به ژل سر ماهی گیدر دارد. ژل‌های مورد آزمایش با توجه به غلظت‌های یکسان دارای قابلیت جویدن مناسب و یکسانی بودند. Rezaee و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند، زمان لازم برای جویدن ژل قبل از فرو بردن آن به‌طور معنی‌داری با افزایش غلظت ژلاتین افزایش یافته و ژل‌های با ژلاتین بیش‌تر، سخت‌تر شده و

شده در بازه (۷/۴۸-۶/۷۷) بوده و مورد تأیید و مطابق استاندارد ملی می‌باشند. نتایج نمودار بافت‌سنجی نشان داد که ژلهای پوست ماهی خاویاری و سر ماهی گیدر در آزمون‌های سختی، پیوستگی، قابلیت جویدن و الاستیسیته تفاوت معنی‌داری نداشتند و در چسبندگی و برگشت‌پذیری ژلاتین پوست ماهی خاویاری برتری نسبی داشت.

ژلاتین پوست ماهی خاویاری، ژلاتین سر ماهی خاویاری، ژلاتین سر ماهی گیدر) کم‌ترین خاکستر در ژلاتین سر ماهی خاویاری و همچنین بیش‌ترین پروتئین در ژلاتین سر ماهی گیدر مشاهده شده و در رطوبت هر سه ژلاتین نسبتاً یکسان بوده‌اند. نتایج رنگ و طعم و بو هر چهار نمونه ژلاتین مطابق استاندارد می‌باشد و هم‌چنین pH ژلاتین‌های تأیید

منابع

1. GME. (2008). Gelatin Manufacturers of Europe. <http://www.gelatine.org/en/gelatine/overview/127.htm>. Accessed 15.03.08.
2. Gudmundsson, M., & Nurrachmi, R. (2018). The global development of halal food industry: a survey. *Tazkia Islamic Finance and Business Review*, 11 (1), 39-56.
3. Tümerkan, E. T. A., Cansu, Ü., Boran, G., Mac Regenstein, J., & Özoğul, F. (2019). Physiochemical and functional properties of gelatin obtained from tuna, frog and chicken skins. *Food chemistry*, 30 (287): 273-279.
4. Aberoumand, A. (2007). Production of edible gelatin from fish waste. *Journal of Agricultural Sciences and Techniques and Natural Resources*, 11 (1), 409-419. [Translated in Persian]
5. Attaran Fariman, G., Taheri, A., & Barzkar, N. (2016). Evaluation of body wall collagen of sea cucumber *Stichopus horrens* from Chabahar bay and gelatin obtained from it. *Journal of Food Science and Industry*, 13 (52), 79-89. [Translated in Persian]
6. Yu, E., Pan, C., Luo, X., Ruan, Q., Chen, W., Fang, Y., Wang, K., Qin, Y., Lv, M., & Ma, H. (2023). Structural characteristics, component interactions and functional properties of gelatins from three fish skins extracted by five methods. *International Journal of Biological Macromolecules*, 248, 125813.
7. Zaferani Tabrizi, M., Ojagh, S. M., Alishahi, A., & Kazemi, M. (2019). Production of biodegradable films from gelatin extracted from the skin of cultured Huso huso and investigation of their characteristics. *Marine biology*, 10 (4): 47-58. [Translated in Persian]
8. National standard of Iran (3474). Gelatin quality control methods. (2018). 1-8pp. [Translated in Persian]
9. Gómez-Guillén, M. C., Giménez, B., López-Caballero, M. A., & Montero, M. P. (2011). Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. *Food hydrocolloids*, 25 (8), 1813-1827.
10. Khazee Pool, A., Shahidi, B., Mortazavi, A., & Mohebbi, M. (2013). Formulation of kiwi gummy candy and effects of different concentrations of agar and guar on moisture content and texture and sensory properties. *Iranian food science and technology research Journal*, 10 (1), 27-37.
11. Szczesniak, A. S. (2002). Texture is a sensory property. *Food quality and preference*, 13 (4), 215-225.
12. Mirzapour Kouhdasht, A., Mousavinasab, M., & Aminlari, M. (2018). Investigating the characteristics of gelatin extracted from common carp (*Cyprinus carpio*) waste by enzymatic hydrolysis method. *Journal of Nutritional Sciences and Food Industries of Iran*, 13 (1), 105-113. [Translated in Persian]
13. Muyonga, J. H., Cole, C. G., & Duodu, K. G. (2004). Extraction and physico-chemical characterisation of Nile perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatin. *Food Hydrocolloids*, 18 (4): 581-592.

14. Haddar, A., Sellimi, S., Ghannouchi, R., Alvarez, O. M., Nasri, M., & Bougatef, A. (2012). Functional, antioxidant and film-forming properties of tuna-skin gelatin with a brown algae extract. *International Journal of Biological Macromolecules*, 51 (4): 477-483.
15. Jones, N. R. (1977). Uses of gelatin in edible products. The science and technology of gelatin. 366-392.
16. Fernández-Dí, M. D., Montero, P., & Gómez-Guillén, M. C. (2003). Effect of freezing fish skins on molecular and rheological properties of extracted gelatin. *Food Hydrocolloids*, 17 (3), 281-286.
17. Ninan, G., Zynudheen, A. A., & Joseph, J. (2011). Physico-chemical and textural properties of gelatins and water gel desserts prepared from the skin of freshwater carps. *Fishery Technology*, 48 (1), 67-74.
18. Karim, A. A., & Bhat, R. (2009). Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. *Food hydrocolloids*, 23 (3), 563-576.
19. Gilsenan, P. M., & Ross-Murphy, S. B. (2000). Rheological characterization of gelatins from mammalian and marine sources. *Food Hydrocolloids*, 14 (3), 191-195.
20. Ward, A. G., & Courts, A. (1977). Science and technology of gelatin. Academic Press.
21. Norland, R. E. (1990). Fish gelatin. Advances in fisheries technology and biotechnology for increased profitability. 325-333.
22. Cheow, C. S., Norizah, M. S., Kyaw, Z. Y., & Howell, N. K. (2007). Preparation and characterisation of gelatins from the skins of sin croaker (*Johnius dussumieri*) and shortfin scad (*Decapterus macrosoma*). *Food chemistry*, 101 (1), 386-391.
23. Ketnawa, S., Benjakul, S., Martínez-Alvarez, O., & Rawdkuen, S. (2017). Fish skin gelatin hydrolysates produced by visceral peptidase and bovine trypsin: Bioactivity and stability. *Food chemistry*, 215, 383-390.
24. Shahidi, F., Khalilian, S., Mohebi, M., & Fathi, M. (2011). Apple bean formulation and evaluation of different formulas based on sensory characteristics and water activities. *Iranian Journal of food science and technology*, 7 (2), 129-136.
25. Rezaee, R., Shahidi, F., Elahi, M., Mohebi, M., & Nasiri, M. (2011). Plum texture profile analysis, sensory and instrumental methods and formulation optimization. *Iranian Journal of food science and technology*, 8 (1), 30-39.
26. Hernández, M. J., Durán, L., & Costell, E. (1999). Influence of composition on mechanical properties of strawberry gels. Compression test and texture profile analysis. *Food science and technology International*, 5 (1): 87-79.
27. Williams, P. A., & Phillips, G. O. (2000). Handbook of hydrocolloid, Introduction to food hydrocolloids. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.