تولید ژلاتین از محصولات جانبی ماهیان خاویاری

*مینا سیف زاده *، انوشه کوچکیان صبور* [۱]

۱ – **مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان**، پژوهشکده آبزی پروری آب های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، انزلی، ایران

چکیده

تحقیق حاضر به بررسی انواع ژلاتین، اهمیت و روش‌های تهیه آن و چگونگی تهیه ژلاتین از پوست ماهیان خاویاری می‌پردازد. ژلاتین ماکرومولکول پروتئینی و کلوئیدی است که از هیدرولیز کلاژن آبزیان به دست می‌آید. زائدات حاصل از فرآوری ماهیان خاویاری نزدیک به نیمی از وزن این ماهیان را در بر می‌گیرند. به طور نسبی پوست ۷ –۵ درصد ازوزن بدن آبزیان و زائدات فرآوری را به خود اختصاص داده، که پتانسیل قابل توجهی را برای تولید ژلاتین فراهم می‌کند. ژلاتین به طور گسترده در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی بهداشتی به کار می‌رود. این ترکیب در صنعت غذایی به عنوان تثبیت کننده، غلیظ کننده و ژل‌ساز استفاده می‌شود. مهمترین خصوصیات بارز ژلاتین مورد استفاده در صنایع غذایی شامل قدرت ژلی، ویسکوزیته و نقطهٔ ذوب از در صنعت غذایی است. ژلاتین ماهی برای کاربرد به عنوان محصول حلال، افزودنی، افزایش ارزش غذایی، تهیه فرآورده برای افراد مبتلا به دیابت و چربی بالا، بهبود بافت و کاهش میزان چربی در محصولات چرب اهمیت یافته است، ژلاتین از ماهیان خاویاری به روش‌های اسیدی و بازی تولید می‌گردد، که به ترتیب ۱۲۰/۳ و ۵۰/۷ گرم ژلاتین تولید می‌شود. تهیه ژلاتین مراحل متعددی از جمله پیش تیمارسازی با اسید و قلیا، خنثی‌سازی توسط بی-کربنات سدیم یا اسید کلریدیک، حرارت‌دهی، جداسازی فاز مایع، تغلیظ در دمای ۶۵ درجه سلسیوس، خشک کردن، آسیاب و بسته‌بندی در پلاستیک‌های نفوذناپذیر را در بر می‌گیرد. از زائدات ماهیان خاویاری برای تهیه ژلاتین و کاربرد آن برای غنی‌سازی محصولات غذایی و همچنین تهیه محصولات کم کالری و دارویی استفاده شود.

واژگان کلیدی: زائدات، ژلاتین ماهی، ماهیان خاویاری، محصولات با ارزش افزوده.

[۱] نویسنده مسئول:*m_seifzadeh_ld@yahoo.com

مقدمه

ژلاتین پلیمر زیستی تک رشته‌ای و کلاژن دناتوره شده با وزن مولکولی بالاتر از ۳۰ کیلو دالتون است. محصولات با ارزش افزوده به دست آمده از محصولات جانبی آبزیان شامل کلاژن و مشتقات آن مانند ژلاتین و هیدرولیزها هستند. مطالعات زیادی برای تولید آن ها از سر، استخوان، فلس و پوست ماهی انجام شده است. این ماده از کلاژن ارزانتر است و دارای بقایای اسید آمینه یکسانی با آن است (Diaz *et al*., 2021).

ژلاتین به رنگ سفید تا زرد کمرنگ بوده و به اشکال مختلف از جمله ورقه‌های نازک و شفاف، تکه‌ای، دانه یا پودر عرضه می‌گردد. ژلاتین ماهی بایستی بو و طعم مخصوص به خود را همراه داشته و فاقد هر گونه بوی نامطلوب خارجی باشد. ساختار ژلاتین در شرایط آب و هوای خشک فسادناپذیر بوده، اما در مواجهه با رطوبت یا به شکل محلول به سرعت فساد میکروبی در آن پدیدار می‌شود. ژلاتین در آب سرد نامحلول بوده، ولی پس از غوطه‌وری در آب متورم و نرم شده و به آرامی ۵ تا ۱۰ برابر وزن آب را به خود جذب می‌کند. ژلاتین در آب داغ ، مخلوط آب داغ و گلیسرین و اسید استیک ۵ نرمال محلول است. اما در الکل اتیلیک ۹۵ درصد، کلروفرم، حلال‌های اتری و روغن‌های فرار و غیر فرار نامحلول گزارش شده است (Lu *et al*., 2022).

محلول‌های غیر آبی ژلاتین مخلوطی از زنجیره‌های پلی-پپتیدی مختلف از جمله زنجیره‌های آلفا، بتا و گاما با جرم مولی به ترتیب در حدود ۹۰، ۱۸۰ و ۱۰۳ × ۳۰۰ گرم بر مول است. ژلاتین در صنایع مختلفی از جمله غذایی به کار می‌رود. مهمترین خواصی که ژلاتین را برای استفاده در صنایع غذایی بسیار مطلوب می‌کند، دمای ذوب پایین آن در مقایسه با سایر عوامل ژل کننده رایج و دمای بدن انسان است. علاوه بر این، قدرت ژل بالاتری را در مقایسه با سایر ژل کننده ها به نمایش می‌گذارد. کیفیت ژلاتین تا حد زیادی با قدرت ژل‌سازی و پایداری حرارتی آن تعیین می‌شود. این موضوع به ترکیب اسید آمینه ژلاتین، گونه و توزیع وزن مولکولی آن مرتبط است که به شرایط عمل آوری ژلاتین نیز برمی‌گردد (Abuibaid *et al*., 2020).

پرورش ماهیان خاویاری به عنوان ابزاری امیدوارکننده برای غلبه بر کاهش ذخایر ماهیان خاویاری وحشی امری پذیرفته شده است. با توجه به میزان پرورش این ماهیان در ایران و جهان عمل‌آوری این حجم از ماهی منجر به تولید مقدار زیادی از زائدات مانند پوست می‌شود که اغلب دور ریز هستند. دورریزهای حاصل از فرآوری این آبزیان به طور کلی به عنوان مواد کم ارزش در نظر گرفته می‌شود. افزایش حجم زائدات آبزیان و آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از آن سبب گردید که تحقیقاتی برای بهره‌برداری از پوست آغاز شود. بر اساس گزارش‌ها ۳۰ درصد زائدات ماهی به شکل استخوان و پوست است، که حاوی مقادیر قابل توجهی از کلاژن هستند (Islam *et al*., 2023). پوست یکی از فرآورده‌های جانبی در صنعت فرآوری آبزیان است که می‌تواند به عنوان منبع با ارزشی برای تولید ژلاتین محسوب شود. ژلاتین از طریق هیدرولیز جزئی کلاژن به دست می‌آید. هم اکنون بیشتر تقاضای بازار به ژلاتین استحصال شده از پوست خوک و گاو و استخوان گاو اختصاص یافته است. با این حال، اهمیت ژلاتین ماهی به عنوان افزودنی غذایی ایمن و جایگزینی برای ژلاتین پستانداران در حال افزایش است. زیرا خطر آلودگی به بیماری جنون گاوی را به همراه نداشته و به عنوان محصول غذایی حلال توسط گروه‌های مختلف مذهبی پذیرفته شده است. گزارشات حاکی از

این است که ژلاتین ماهی حدود ۱ درصد از تولید سالیانه ژلاتین جهان را به خود اختصاص داده است (کوچکیان صبور و همکاران، ۱۳۷۹).

تولید ژلاتین موضوع جدیدی به حساب نمی‌آید، مطالعه برای تولید آن از سال ۱۹۵۰میلادی آغاز شده و از سال ۱۹۶۰ استخراج گردیده و در صنایع مختلف بهره‌برداری - شده است. با این حال، مطالعات برای تهیه ژلاتین ماهی در سالهای اخیر آغاز گردیده است. گرچه ژلاتین در زمان‌های قدیم شناخته شده بود و به نام چسب استخوان مشهور بود، ولی برای اولین بار در سال ۱۶۸۱ پدید آمد. در سال ۱۸۸۸ اولین تولید صنعتی آن توسط محققین انجام گرفت و از آن زمان تاکنون صنعت تولید ژلاتین رو به گسترش است (Silva *et al.*, 2022).

بیان مسئله

اقتصاد چرخشی در راستای حفظ و بازیابی منابع طبیعی با صنایع مرتبط با اهداف اقتصادی و زیست محیطی همسو می‌شود. برای دستیابی به این اهداف از طریق پیشگیری، بازیافت و استفاده دوباره از زائدات تجمع آن‌ها در محیط کاهش می‌یابد. بنابراین، سازمان خواربار و کشاورزی یکی از تغییرات اساسی در آبزی پروری آسیا را به عنوان مصرف و استفاده دوباره، بازیافت و ارزش‌گذاری به زائدات و دورریزها تعریف می‌کند (FAO, 2022). هم اکنون در جهان پرورش ماهیان خاویاری برای تولید خاویار به منزله کالای تجاری در حال گسترش است، اما قسمت‌های باقی‌مانده از فرآوری این ماهیان دور ریز شده و به دنبال آن مقدار زیادی از فرآورده‌های جانبی تولید می‌گردد (Michelini *et al.*, 2023).

با توجه به این‌که پرورش ماهیان خاویاری از ۲۵۱۶ تن در سال ۱۳۹۸ به ۴۶۶۴ تن در سال ۱۴۰۱ افزایش یافت (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۴۰۲)، و بر اساس این‌که نزدیک به نیمی از ماهیان خاویاری را محصولات جانبی تشکیل می‌دهد، در حدود ۲۳۳۲ تن از این محصولات پدید می‌آید. بر اساس بررسی‌های انجام شده سر، پوست، باله، دم، امعاء و احشاء و غضروف به ترتیب ۲۴/۲۴، ۶/۰۸، ۳/۰۷، ۱/۵۶و ۶/۸۳، ۵ از محصولات جانبی ماهیان خاویاری را به خود اختصاص می‌دهند. (کوچکیان صبور و همکاران، ۱۳۷۹). بنابراین، ۱۴۲ تن پوست از عمل-آوری این ماهیان پدید می‌آید. رویکردهای جدید برای ارزش‌گذاری به محصولات جانبی ماهیان خاویاری سبب به صفر رساندن زائدات، رونق بخشیدن به صنایع تبدیلی آبزیان و پایداری منابع می‌گردد. از این رو، با استفاده از زائدات این ماهی به عنوان ماده اولیه می‌توان فرآورده‌های غذایی جدید و با ارزش افزوده بالا، سازگار با محیط زیست و مغذی را ارائه کرد که زیان و ضرر اقتصادی و اثرات زیست‌محیطی ناشی از آن را کاهش می‌دهند (FAO, 2022).

در این راستا، یکی از راههای استفاده از زائدات ماهیان خاویاری تولید ژلاتین می‌باشد. از این رو، ممکن است که از این طریق بتوان بهره‌وری از آبزیان را افزایش داده، هزینه تولید فیله را پائین آورده و موجبات رونق هرچه بیشتر اقتصاد شیلاتی را فراهم نمود. بر اساس گزارشات ارائه شده سالیانه نزدیک به ۳۲۶ هزار تن ژلاتین استخراج می‌گردد که حدود یک درصد آن از منابع غیر دامی به دست می‌آید. گرچه ژلاتین در سطح جهانی، به صورت‌های مختلف و به طور گسترده به مصرف می‌رسد. اما هشدارهایی در برابر مصرف ژلاتین استحصال شده از گاو و خوک وجود دارد. این امر به دلیل تمایلات مذهبی از جمله ممنوعیت هرگونه مصارف مرتبط با خوک در اسلام و گاو در هندوها می‌باشد. مجموع این عوامل منجر می‌شود که جامعه به سمت استفاده از ژلاتین ماهی به

جای ژلاتین پستانداران تمایل نشان دهد (Islam *et al*., 2023).

با توجه به مزایای ژلاتین ماهی در مقایسه با پستانداران و این‌که استفاده مطلوبی از زائدات آبزیان صورت نمی‌گیرد، به جای هدردادن این مواد یا به کار گیری آن‌ها برای تولید فرآورده‌های ارزان قیمت مانند آرد ماهی، می‌توان از این مواد به عنوان ماده اولیه ارزان قیمت برای تولید ماده‌ای با ارزش افزوده بالا به نام ژلاتین بهره برد (Islam *et al*., 2024).

روش تولید ژلاتین از زایدات ماهیان خاویاری

ژلاتین یکی از هیدروکلوئیدهای پروتئینی به شمار می‌رود که در صنایع غذایی، دارویی، پزشکی و نظامی مصارف متعددی را به خود اختصاص می‌دهد. این ماده در چهار نوع مختلف از جمله خوراکی، صنعتی، فتوگرافی و دارویی تولید می‌شود. بررسی خواص عملگرایی ژلاتین به دو روش انجام می‌شود. یکی از این روش‌ها به تشکیل ژل وابسته می‌باشد، که به عنوان مثال از این دسته می توان به قدرت ژل، مدت زمان ساخت یا تثبیت ژل، دامنه دمایی بستن و ذوب، ویسکوزیته، قوام دهندگی، بهبود بافت و میزان نگهداری آب اشاره کرد (Michelini *et al*., 2020). روش دوم، به خواص سطحی ژلاتین مربوط می‌باشد از این گروه ممکن است که تولید امولسیون، پایدارسازی کلوئیدها، پدید آمدن و پایداری کف، تشکیل فیلم و چسبندگی آن مورد توجه قرار گیرد. در صنایع غذایی به طور گسترده ژلاتین برای تهیه مارمالاد، ژله، شیرینی و بستنی به کار می‌رود. ژلاتین به آسانی در بدن جذب شده و از طریق تشکیل امولسیون با چربی‌ها و پروتئین‌ها به هضم مواد غذایی کمک می‌نماید. علاوه بر این، ژلاتین برای شفاف‌سازی نوشیدنی‌ها و آبمیوه‌ها کاربرد دارد. ژلاتین جایگزین مناسبی برای چربی در محصولات غذایی محسوب می‌شود و با توجه به این که در مقایسه با چربی از کالری کمتری برخوردار بوده و همچنین فرآورده پروتئینی به شمار می‌رود، به منظور افزایش میزان پروتئین در برنامه غذایی جامعه بخصوص ورزشکاران توصیه می‌شود. در صنایع داروسازی و پزشکی به عنوان ماتریس القاءکننده‌ها و در داروهای تزریقی برای رسانش میکروکپسول‌ها به بدن نیز به کار می‌رود (Silva *et al*, 2022). علاوه بر این، همراهسازی ژلاتین ماهی با سایر هیدروکلوئیدها مانند پکتین، انواع نشاسته و غیره امکان پذیر بوده که ممکن است در صنعت غذایی به عنوان افزودنی غذایی به کار رفته و گسترش یابد. گزارشاتی مبنی بر تولید واکسن‌های ویروسی ضعیف برای ایمن‌سازی در برابر بیماری هایی مانند سرخک، گوشک، سرخجه، ورم مغز ژاپنی، هاری، دیفتری و کزاز ارائه شده است، که در آن‌ها ژلاتین به عنوان پایدار کننده واکسن عمل می‌کند. از موارد کاربرد این ترکیب در پزشکی می‌توان به انعقاد خون، جانشین سرم خون، پوشاننده لایه داخلی معده و روده و تهیهٔ محیط کشت میکروبیولوژی اشاره کرد (Chen *et al*., 2022). ژلاتین توانایی تهیه امولسیون نمک‌های نقره را به نمایش می‌گذارد، که حساسیت این امولسیون در برابر نور به اثبات رسیده است و بنابراین نقش آن در گسترش صنایعی مانند سینما و عکاسی حائز اهمیت به شمار می‌رود. نساجی، تهیه چسب، کبریت‌سازی، مرکب چاپ، کاغذ فتوکپی، کارتن‌سازی و ساخت فیلتر لامپ‌های جیوه‌ای و همچنین شفاف‌سازی اجسام از سایر موارد کاربرد ژلاتین در صنایع مختلف هستند (کوچکیان صبور و همکاران، ۱۳۷۹).

دمای پایین بستن ژل یکی از توانایی‌های ژلاتین است که منجر به کار گیری آن در صنایع غذایی می‌شود. نقطه ذوب پایین ژلاتین نیز عامل دیگری می‌باشد که ممکن است سبب گردد ژلاتین در تهیه محصولات خشک از

جمله روغن حیوانی، رنگ، ویتامین‌ها، افزودنی‌های دارویی مانند آزوزانتین[2] و روغن لیمو میکروانکپسوله شده استفاده شود. پیشگیری از ایجاد طعم سیر و فلفل سیاه در دهان نیز از دیگر عملکردهای ژلاتین به شمار می‌رود (Diaz *et al*., 2021).

ژلاتین همانند سایر پروتئین‌ها، کالری پایینی دارد (جدول ۱) و در دهان مصرف کننده با ایجاد احساس خوبی ذوب می‌شود، و از این رو برای به کارگیری در صنعت غذایی مناسب می‌باشد. مطالعات متعددی روی کاربردهای غذایی ژلاتین ماهی انجام شده است (Abuibaid *et al*., 2020).

تا کنون ژلاتین از پوست گونه‌های مختلف ماهی‌های سرد آبی (سالمون) و گرم آبی (تیلاپیا، تون ماهیان و ماهیان خاویاری) استخراج شده است. علاوه بر پوست ماهیان خاویاری غضروف، کیسه شنا و سر آن‌ها نیز برای تهیه ژلاتین مورد بهره برداری قرار می‌گیرند. ژلاتین به دست آمده از پوست ماهیان سرد آبی قدرت تشکیل ژل در دمای اتاق را نداشته، اما دمای پائین تر از ۱۰- ۸ درجهٔ سلسیوس برای تشکیل ژل آن‌ها کافی است. امکان دارد که این نوع از ژلاتین در مواردی که به پدید آمدن ژل قوی نیازی نیست، به کار رود. جلوگیری از تجمع و پراکندگی فازها یکی از کاربردهای ژلاتین استحصال شده از ماهیان سرد آبی است (Lu *et al*., 2022). ژلاتین ماهیان سرد آبی را می‌توان در فرآورده‌های سرد و منجمد که بایستی پس از بیرون آوردن از یخچال یا دمای انجماد به سرعت مصرف شوند، به کار برد. به عنوان مثال، زائدات تون ماهیان به منزله منبع مناسبی برای تولید ژلاتین مورد توجه قرار گرفته‌اند، اما پوست این آبزیان چرب بوده و با توجه به این که ژلاتین باید عاری از چربی باشد، می‌توان این موضوع را به عنوان یکی از نکات منفی برای ژلاتین استحصال شده از این ماهی‌ها در نظر گرفت. بر اساس گزارشات نقطه ذوب ژلاتین استحصال شده از تون ماهیان و تیلاپیا ۲۷ – ۲۵ درجهٔ سلسیوس تعیین گردیده و از این رو ژلاتین‌های آن‌ها برای محصولات نگهداری شده در دماهای پایین مناسب هستند. شباهت بسیار نزدیک بین این نوع از ژلاتین با ژلاتین خوک یا گاو (نقطه ذوب ۳۵-۳۲ درجهٔ سلسیوس) به اثبات رسیده است. بنابراین، ژلاتین به دست آمده از ماهیان گرمابی ممکن است که به راحتی جایگزین بخشی از ژلاتین تهیه شده از گاو و خوک در بازارهای تجاری گردد (Michelini *et al*., 2020).

[2] Azoxanthine

جدول ۱ – ارزش غذایی ژلاتین‌های اسیدی و بازی تهیه شده از ماهی خاویاری

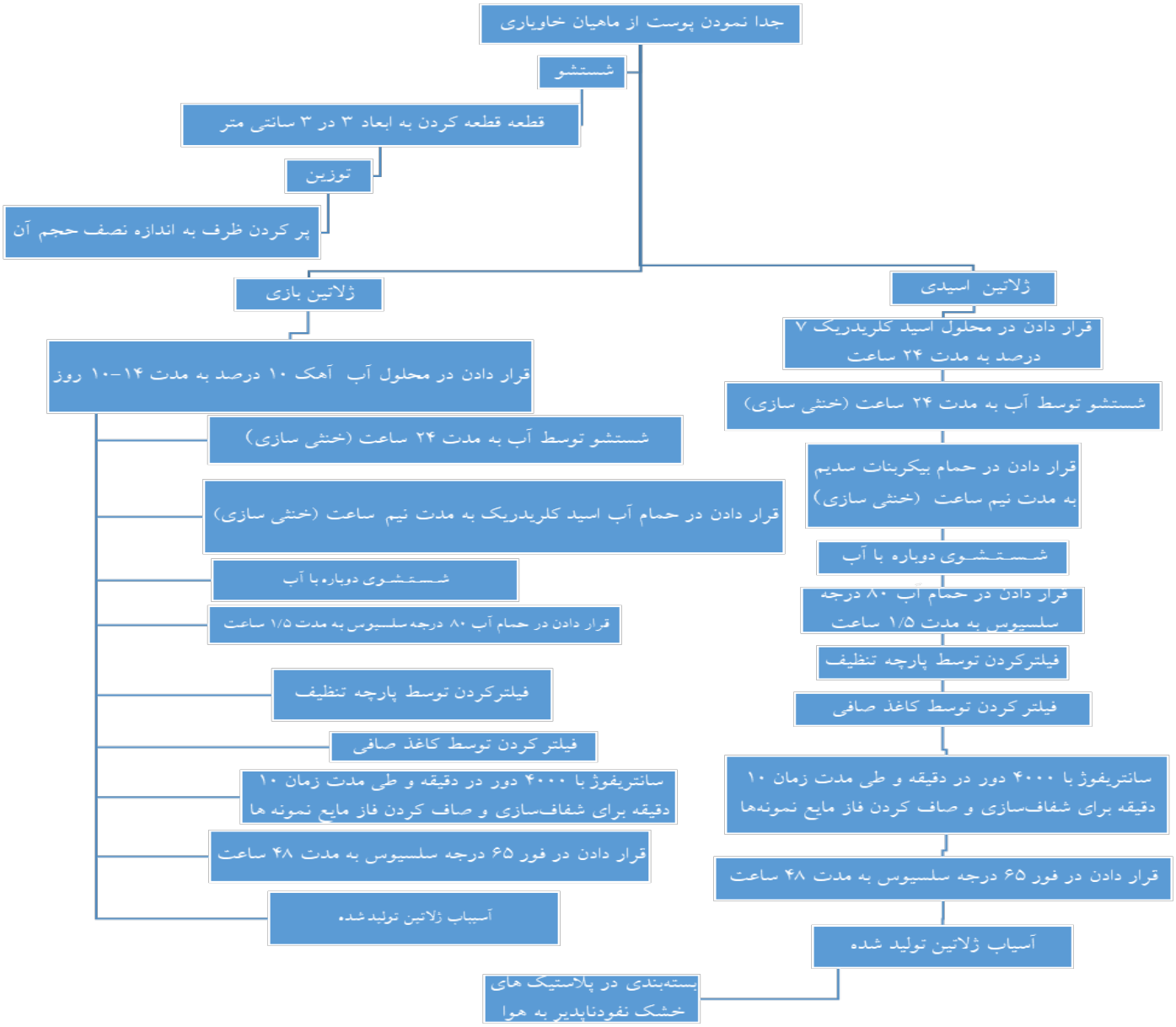
شاخص تیمار	پروتئین	چربی (درصد)	رطوبت (درصد)	خاکستر (درصد)	کلسیم (درصد)	کالری (کیلوکالری بر گرم)	pH	ایجاد رنگ بنفش و شناسایی کیفی
ژلاتین ماهی خاویاری	۱۵/۴۰	۱/۲۱ – ۱/۵۱	۶/۴۸ – ۷/۲۶	۱/۵۹ – ۲/۸۴	۰/۲۵ – ۰/۳۰	۳/۵	۴/۲۳ – ۷	مثبت

فرآیند تولید ژلاتین

حرارت‌دهی ملایم فرآیندی است که سبب تبدیل کلاژن به ژلاتین محلول شده و این عمل را می‌توان از طریق هیدرولیز توسط ترکیبات شیمیایی مختلف مانند اسید (ژلاتین نوع A) و باز (ژلاتین نوع B) انجام داد. برای حرارت‌دهی روش‌های مختلفی مانند اتوکلاو و بن ماری به کار می‌رود. ژلاتین های تولید شده به کمک اتوکلاو دارای پروتئین بالائی بوده اما فاقد قدرت ژله‌گی می‌باشند، لازم به ذکر است که میزان ازت در نمونه‌های تهیه شده به کمک اتوکلاو بسیار بالا بوده که می-تواند به دلیل فشار و حرارت بالای اتوکلاو باشد. به این دلایل کاربرد اتوکلاو برای تهیه ژلاتین روش مناسبی به نظر نمی‌رسد. ولی ژلاتین‌های تولید شده به کمک بن‌ماری (به ویژه پروسه اسیدی) ضمن داشتن پروتئین در حد قابل قبول دارای قدرت ژله‌گی خوبی نیز هستند. از مقایسه بین ژلاتین های اسیدی و قلیائی مشاهده می‌شود که مدت زمان لازم جهت پروسه اسیدی یک هفته و در پروسه قلیائی سه هفته می باشد، ولی نمونه‌های قلیائی میزان pH آن‌ها بالاتر از مقدار حداکثر می‌باشد (کوچکیان صبور و همکاران، ۱۳۷۹). اجرای فرآیند حرارت‌دهی در حضور اسید و باز برای شکستن تعدادی از باندهای کووالانسی بین اسیدهای آمینه در ساختار کلاژن می‌باشد. اما برخی از پیوندهای آمیدی موجود در زنجیره‌های آغازین سازنده کلاژن به هیدرولیز مقاوم بوده و این فرآیند بر آن‌ها اثرگذار نیست (Abuibaid *et al.*, 2020). ممکن است که فرآیند استخراج ژلاتین بر اندازه زنجیره‌های پلی پپتیدی و ویژگی‌های فراسودمندی ژلاتین اثراتی را بر جا گذارد. ارتباط این امر به پارامترهای استخراج مانند دما، زمان و pH، مراحل آماده‌سازی، پیش تیمارسازی، خصوصیات مواد اولیه و روش نگهداری آن‌ها به اثبات رسیده است. تولید ژلاتین مراحل اصلی را از جمله آماده‌سازی ماده اولیه، خیدرولیز، استخراج ژلاتین، خالص‌سازی و خشک کردن در بر می گیرد (Chen *et al.*, 2022). بسته به روش عمل‌آوری (هیدرولیز بوسیله فرآیند بازی یا اسیدی) دو نوع ژلاتین A و B با ویژگی‌های متفاوت می‌تواند تولید شود. فرآیند اسیدی توسط اسیدهای فسفریک، سولفوریک، استیک و کلریدریک و فرآیند بازی به وسیله هیدروکسید سدیم و اکسید کلسیم انجام می‌شود. این پروسه با از بین رفتن اتصالات متقاطع و شکستن باندهای هیدروژنی که سبب پایدار شدن ساختمان هلیکس می‌شود، کلاژن را در آب حل می‌نماید. علاوه بر این خوابانیدن نمونه در آب آهک منجر به کاهش چسبندگی رشته‌های کلاژن به یکدیگر می‌گردد. همچنین آهک در طی فرآیند هیدرولیز با حذف چربی، مواد معدنی، پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه قابل حل و سایر مواد آلی خالص سازی ژلاتین را فراهم ساخته و به روند تهیه ژلاتین کمک می‌کند. نسبت محلول‌های اسیدی یا بازی به نمونه ۱/۵ به ۱ تناسب مناسبی است (کوچکیان صبور و همکاران، ۱۳۷۹). ژلاتین نوع A دارای نقطهٔ ایزو الکتریک ۹ –۶ که با

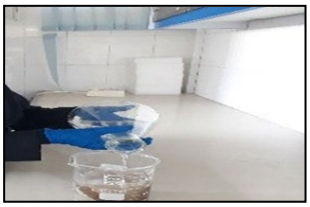
روش اسیدی استخراج می‌گردد، و ژلاتین نوع B دارای نقطهٔ ایزوالکتریک نزدیک به ۵ که با روش بازی استحصال می‌شود. به کارگیری روش اسیدی برای پوست خوک و ماهی به منظور کاهش پیوندهای کووالانسی کلاژن کاربرد بیشتری داشته، در حالی که کاربرد روش بازی برای پوست گاو مناسب است (Islam *et al*., 2024).

طی مطالعه‌ای در انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، از پوست ماهیان خاویاری برای استخراج ژلاتین استفاده گردید (اشکال ۱ و ۲). پوست پس از آماده‌سازی اولیه، با اسید کلریدریک ۰/۱ مولار به نسبت ۲ به ۱ (حجمی/وزنی) از اسید به پوست، مخلوط شده و به مدت ۹۰ دقیقه در دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار می‌گیرد (شکل۳)، و ژلاتین محلول به دست می‌آید (شکل۴). سپس با استفاده از بی‌کربنات سدیم خنثی‌سازی انجام می‌شود. این مرحله تا pH حدود ۶- ۵/۵ ادامه می‌یابد. در مرحله نهایی نمونه‌های خنثی شده به مدت یک ساعت و نیم در حمام آب با درجه حرارت ۸۰ درجهٔ سلسیوس قرار داده می‌شود. سپس در حالت نسبتاً گرم، با استفاده از الک با مش ۴۰، جداسازی باقی‌مانده پوست‌ها از مایع انجام می‌گردد. سانتریفوژ با ۴۰۰۰ دور در دقیقه و طی مدت زمان ۱۰ دقیقه برای شفاف‌سازی و صاف کردن فاز مایع نمونه‌ها استفاده می‌شود (شکل ۵). در مرحلهٔ نهایی تغلیظ و خشک شدن نمونه‌ها در دمای ۶۵ درجه سلسیوس به انجام می‌رسد (شکل ۶). سپس ژلاتین به شکل ورقه‌های نازک و شکننده، دارای رنگ زرد روشن و شفاف پدید می‌آید (شکل ۷)، که توسط آسیاب به پودر نرم تبدیل می‌شود (شکل ۸). پودر ژلاتین به دست آمده در پلاستیک غیرقابل نفوذ به هوا و رطوبت بسته‌بندی می گردد (کوچکیان صبور و همکاران، ۱۳۷۹). بر اساس مطالعه انجام شده توسط کوچکیان صبور و همکاران (۱۳۷۹) میزان بازده در نمونه‌های ژلاتین ماهیان خاویاری تولیدی به روش اتوکلاو در پروسه‌های اسیدی و قلیائی به ترتیب ۱۲/۰۳ درصد و ۵/۰۷ درصد بوده و در نمونه‌های تهیه شده با بن-ماری به ترتیب ۶/۳۳ (تیمار اسیدی) و ۴/۵۲ (تیمار قلیایی) درصد بوده است.

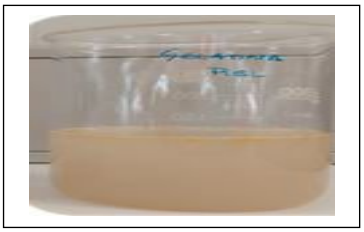


شکل ۱ - نمای شماتیک تهیه ژلاتین (کوچکیان صبور و همکاران، ۱۳۷۹)

شکل ۲ – تصویر ماهی خاویاری

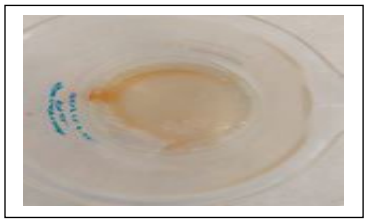


شکل ۳ – آماده‌سازی یوست



شکل ۴ – ژلاتین محلول

شکل ۵ – سانتریفیوژ ژلاتین



شکل ۶- ژلاتین تغلیظ شده

شکل ۷ - ورقه های ژلاتین

شکل ۸ - پودر ژلاتین

توصیه ترویجی

- از پوست ماهیان خاویاری برای تهیه محصولات باارزش افزوده مانند ژلاتین استفاده شود.
- در صنعت غذایی ژلاتین ماهیان خاویاری (پوست) برای افزایش ارزش غذایی و غنی‌سازی محصولات به کار برده شود.
- ژلاتین تولیدی از ماهیان خاویاری در صنعت آرایشی – بهداشتی به کار برده شود.
- روش اسیدی برای استحصال ژلاتین از پوست ماهیان خاویاری استفاده شود.

منابع

کوچکیان صبور، ا.، سیف زاده، م، زارع گشتی و شناور ماسوله، ع. ر. ۱۳۷۹. بررسی و تهیه فرآورده از اندامهای اضافی مانده از ماهیان خاویاری با تأکید بر تهیه سس و ژلاتین. تهران: انستیتوتحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۷۸ صفحه.

Abuibaid, B., AlSenaani, A., Hamed, F., Kittiphattanabawon, P., Maqsood, S. 2020. Microstructural, rheological, gel-forming and interfacial properties of camel skin gelatin. Food Structure, 26: 1 - 11.

Chen, R., Liu, Z., Wang, J., Jin, W., Abdu, H. I., Pei, J., Wang, Q., Abd El-Aty, A. M. 2022. A review of the nutritional value and biological activities of sturgeon processed byproducts. Frontires Nutrition, 14: 1 -15.

Diaz, A., Schöggl, J. P., Reyes, T., Baumgartner, R. J. 2021. Sustainable product development in a circular economy: Implications for products, actors, decision-making support and lifecycle information management. Sustainable Production and Consumption, 26: 1031-1045.

FAO. 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards blue transformation. Rome: Food Agriculture Organization.

Islam, R., Li, W., Ogata, Y., Yoshioka, T., Ura, K., Yasuaki, T. 2023. Production and antioxidant activity of peptides from sturgeon head. Sustainable Chemistry and Pharmacy, 31: 1 -13.

Islam, R., Yunoki, S., Ura, K., Takagi, Y. 2024. Valorization of sturgeon skin to produce biomedical-grade gelatin. Sustainable Chemistry and Pharmacy, 39: 1 -12.

Lu Y, Luo Q, Chu Y, Tao N, Deng S, Wang L, Li L. 2022. Application of gelatin in food packaging: A review. polymers (Basel), 14: 1 -15.

Michelini, L., Probo, L., Farè, S., Negrini, N. C. 2020. Characterization of gelatin hydrogels derived from different animal sources. Materials Letters, 272: 1 -10.

Silva, K. G., Rodrigues, A. S., Lima, A. C., Mello, R. O., Morisso, F. D. P., Dornelles, R. C. P., Kubota, E. H. 2022. Gelatin extracted from jundiá skin: An alternative to the discarded by-product. Food Research International, 161: 1 -14.

Extension of gelatin production from sturgeon by-products

Mina Seifzadeh[1]*, Anosheh Koochekian Sabour[1]

1- Iranian Fisheries National Fish Processing Research Center, National Inland Water Aquaculture Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Anzali, Iran

m_seifzadeh_ld@yahoo.com*

Abstract

The present research examines the types of gelatin, its importance and preparation methods, and how to prepare gelatin from the skin of sturgeon fish. Gelatin is a protein and colloidal macromolecule obtained from the hydrolysis of aquatic collagen. Almost half of the weight of sturgeon processing is comprised of waste. The skin accounts for 5-7% of the body weight of aquatic and processing waste, offering significant potential for gelatin production. Gelatin is widely used in the food, pharmaceutical, and cosmetic industries. compound is used in the food industry as a stabilizer, thickener, and gel former. The most important features of gelatin in the food industry include gel strength, viscosity, and melting point. Fish gelatin is important as a food additive, halal products, increasing nutritional value, preparing products for people with diabetes and high fat, improving texture, and reducing fat in fatty products. Gelatin is produced from sturgeon by acidic and alkaline methods, which produce 120.3 and 50.7 grams of gelatin, respectively. Preparation of gelatin involves several steps, including pretreatment with acid and alkali, neutralization by sodium bicarbonate or acid chloride, heating, liquid phase separation, concentration at 65^{oC}, drying, grinding, and packaging in impermeable plastics. Sturgeon wastes should be used to prepare gelatin and for enriching food products, low-calorie, and medicinal products.

Keywords: Aquatic by-products, Fish gelatin, Sturgeon.