تهیه آیزین‌گلاس از کیسه شنای ماهیان خاویاری

مینا سیف‌زاده[۱*]، تورج رئوفی[۲]، 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، بندر انزلی، ایران

۲– انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات،آموزش وترویج کشاورزی، رشت، ایران

چکیده

آیزین‌گلاس ماده‌ای پروتئینی، شفاف و غنی از کلاژن است که به طور عمده از کیسه شنای ماهیان خاویاری استخراج می‌شود و به دلیل خلوص بالا، شفافیت و خواص ژلاتینی ویژه، کاربرد گسترده‌ای در صنایع غذایی، دارویی، آرایشی و چسب‌سازی دارد. در فرآوری ماهیان خاویاری، بخش قابل توجهی از وزن بدن به صورت زائدات دور ریخته می‌شود که کیسه شنا نیز بخشی از آن است. در حالی‌که این اندام حاوی ترکیبات کلاژنی با ارزش افزوده بالاست و می‌تواند به‌عنوان منبعی برای تولید آیزین‌گلاس مورد بهره‌برداری قرار گیرد. این مقاله به معرفی و مقایسه دو روش استخراج آیزین‌گلاس از کیسه شنای سه گونه خاویاری مهم دریای خزر شامل فیل‌ماهی(*Huso huso*)، تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) می‌پردازد. روش هندی، ساده و کم‌هزینه است و با خشک‌کردن و خیساندن کیسه شنا، محصولی با کیفیت متوسط و بازده به طور نسبی پایین تولید می‌کند. در مقابل، روش نیمه‌صنعتی با بهره‌گیری از تیمارهای کنترل‌شده و تجهیزات ساده آزمایشگاهی، امکان تولید آیزین‌گلاس با بازده بالاتر، خلوص بیشتر، بدون بو و با شفافیت مطلوب را فراهم می‌سازد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که روش نیمه‌صنعتی به دلیل استانداردپذیری، ایمنی بیشتر و کیفیت یکنواخت، گزینه‌ای مناسب برای تجاری‌سازی در صنایع مختلف به شمار می‌رود. بهره‌گیری از این فناوری نه‌تنها به کاهش زائدات شیلاتی و افزایش بهره‌وری منابع آبزی کمک می‌کند، بلکه می‌تواند فرصت‌های جدیدی برای توسعه اشتغال محلی در مناطق ساحلی ایران ایجاد نماید. با توجه به ظرفیت بالای پرورش ماهیان خاویاری در کشور و حجم زیاد پسماندهای این صنعت، ترویج استفاده از روش نیمه‌صنعتی برای استخراج آیزین‌گلاس می‌تواند به‌عنوان یک راهکار عملی، اقتصادی و سازگار با محیط زیست، در زنجیره ارزش ماهیان خاویاری نهادینه گردد.

کلمات کلیدی: استورژن، آیزین گلاس، کیسه شنا، محصولات با ارزش افزوده، فرآورده‌های جانبی شیلاتی

*۱نویسنده مسئول: m_seifzadeh_ld@yahoo.com

مقدمه

آیزین‌گلاس[۲] به‌عنوان یک فرآورده پروتئینی زیستی ارزشمند، در گروه ژلاتین‌های ویژه قرار می‌گیرد که به‌طور عمده از کیسه شنای ماهیان خاویاری به‌دست می‌آید. این ماده با داشتن درصد بالایی از کلاژن نوع I و III، خلوص زیاد و فاقد ناخالصی‌های رایج ژلاتین‌های دامی، چسبندگی مطلوب، قدرت تشکیل ژل و شفافیت زیاد در صنایع مختلف از جمله غذایی، دارویی، زیست مواد و هنرهای مرمتی کاربرد دارد. آیزین‌گلاس از پروتئین‌های مهمی محسوب می‌شود که در ساختارهای باکیفیت و شفاف با خواصی فیزیکی شیمیایی مطلوب نقش دارد. در دهه های اخیر، با توجه به افزایش تقاضا برای منابع طبیعی با پایداری زیستی و کاهش اتکا به منابع خشکی زیستی غیر پایدار، توجه پژوهشگران و صنعتگران به ظرفیت‌های نهفته ماهیان خاویاری برای تولید آیزین‌گلاس جلب شده است. کیسه شنای این ماهی‌ها به‌عنوان یکی از مواد زیستی حاصل از باقیمانده‌های فرآوری، پتانسیل بالایی برای استخراج و تبدیل به پروتئین‌های ارزشمند دارد. ماهیان خاویاری با برخورداری از ذخایر ژنتیکی گران‌بها و اهمیت تاریخی در صنایع دریایی، به‌عنوان یکی از پایه‌های فرآوری در تغییر الگوهای بهره‌برداری از پروتئین‌های دریایی مطرح‌اند. کیسه شنای این ماهی‌ها به دلیل ترکیب پروتئینی خاص و قابلیت‌های آب‌دوستی، می‌تواند به‌عنوان منبعی مناسب برای تولید آیزین‌گلاس در روش‌های صنعتی و سنتی معرفی شود (Akter et al., 2017; Li et al., 2020).

در میان منابع آیزین‌گلاس، کیسه شنای ماهیان خاویاری به‌ویژه سه گونه فیل‌ماهی (*Huso huso*)، تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) از جایگاه ویژه‌ای برخوردارند. این گونه‌ها به دلیل برخورداری از کیسه شنای بزرگ و غنی از پروتئین‌های کلاژنی، گزینه‌های مناسبی برای استخراج آیزین‌گلاس با کیفیت بالا به‌شمار می‌روند (Koochakian et al., 2006). کیفیت بالای آیزین‌گلاس به میزان زیادی به منبع استخراج (کیسه شنای تاس‌ماهیان) و روش فرآوری آن بستگی دارد. زیرا کیسه شنا در ماهیان خاویاری متشکل از لایه‌های کلاژنی فشرده است که بخش عمده آن را گلیسین، پرولین و هیدروکسی‌پرولین تشکیل می‌دهد. این اسیدهای آمینه نقش اساسی در پایداری سه‌لایه‌ای مارپیچ کلاژن دارند. وجود میزان بالای هیدروکسی‌پرولین، موجب ایجاد پیوندهای هیدروژنی پایدار و افزایش مقاومت حرارتی محصول نهایی می‌گردد. این خصوصیات سبب می‌شود آیزین‌گلاس حاصل از تاس‌ماهیان از نظر استحکام ژلی، شفافیت و خلوص، برتری محسوسی نسبت به ژلاتین‌های حاصل از منابع پستانداران داشته باشد (Lan et al., 2024).

آیزین‌گلاس به دلیل وجود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مطلوب، از جمله شفافیت بالا و بی‌بو بودن در کارخانجات ژلاتین‌سازی و داروسازی مورد توجه قرار گرفته است. با این حال، استخراج و فرآوری این ترکیب از کیسه شنای ماهیان خاویاری مستلزم بهبود فرایندهای عملیاتی، بازدهی، و کاهش هزینه‌ها است تا امکان جایگزینی پایدارتر با منابع سنتی فراهم آید. بسته به روش استخراج، ۱۵ تا ۲۵ درصد از وزن کیسه شنا به آیزین‌گلاس قابل بازیابی است، در زمینه استخراج آیزین‌گلاس، دو روش عمده شامل سنتی هندی و نیمه‌صنعتی قابل بررسی است (Dimla, 2020). روش هندی، که بیشتر در کشورهای جنوب آسیا رواج دارد، مبتنی بر تکنیک‌های ساده‌ای مانند خشک‌کردن،

[۲] Isinglass

خیساندن، جوشاندن و صاف‌کردن است. سادگی و هزینه پایین اجرا از مزایای اصلی این روش به شمار می روند. با این حال، این روش می تواند با محدودیت‌هایی از نظر کیفیت و بهداشت همراه باشد. در مقابل، روش نیمه‌صنعتی با استفاده از تجهیزات پایه آزمایشگاهی، امکان کنترل بهتر بر شرایط استخراج مانند دما، pH، مدت‌زمان و کیفیت محصول نهایی را فراهم می‌کند و به تولید آیزین‌گلاس با خلوص و یکنواختی بیشتر منجر می‌شود (Asty et al., 2018). از منظر علمی، آیزین‌گلاس به دلیل دارا بودن گروه‌های آمینویی و قابلیت‌های حل‌شدگی در محیط‌های مختلف، می‌تواند در ترکیب با سایر پروتئین‌ها یا به‌عنوان افزودنی کارآمد در نوشیدنی‌ها و ژلاتین‌های تخصصی مصرف شود. در کنار این مزایا، چالش‌هایی مانند پیچیدگی‌های فرآیند استخراج، حفظ و مراقبت از کیفیت و هزینه‌های مرتبط با نگه‌داری و پمپاژ مواد وجود دارند که نیازمند بررسی‌های دقیق علمی–فنی است (Hems and Curtis, 2015). این مطالعه می‌تواند مبنایی علمی و عملی برای بهره‌برداری از پسماندهای شیلاتی و توسعه خطوط تولید فرآورده‌های جانبی ارزشمند در ایران باشد که از منابع آبزی متنوع و غنی برخوردار است.

بیان مسئله

در سال‌های اخیر، با رشد جمعیت، توسعه صنایع غذایی و افزایش تقاضا برای محصولات پروتئینی با ارزش افزوده بالا، توجه به بازیافت و بهره‌برداری از پسماندهای زیستی به‌ویژه در بخش شیلات، اهمیت فزاینده‌ای یافته است. بر اساس آمار سازمان شیلات ایران، میزان تولید ماهیان خاویاری پرورشی کشور در سال‌های اخیر به بیش از ۴۰۰۰ تن در سال رسیده است که حدود ۵۰ درصد آن مربوط به گونه‌های فیل‌ماهی، تاس‌ماهی و ازون‌برون می‌باشد. در فرآیند فرآوری این ماهیان، به طور معمول خاویار (حدود ۱۵ – ۱۰ درصد وزن بدن) و گوشت مصرفی (۶۰–۵۰ درصد) مورد بهره‌برداری مستقیم قرار می‌گیرند، در حالی‌که **حجم قابل توجهی از وزن بدن ماهی (۴۰ –۳۰ درصد) به صورت زائدات** شامل پوست، استخوان، سر، احشاء و کیسه شنا دور ریخته می‌شود، و کیسه شنا به‌طور میانگین ۳ تا ۵ درصد از این زائدات را در بر می‌گیرد. کیسه شنای ماهی، حاوی ترکیبات پروتئینی ارزشمندی هستند که می‌توانند به‌عنوان ماده خام برای تولید فرآورده‌های صنعتی و غذایی مورد استفاده قرار گیرند با در نظر گرفتن این که **کیسه شنا** منبع اصلی استخراج آیزین‌گلاس محسوب می‌شود، کیسه شنای ماهیان خاویاری مانند فیل‌ماهی، تاس‌ماهی و ازن‌برون دارای درصد قابل توجهی از پروتئین‌های کلاژنی است که ماده اولیه تولید آیزین‌گلاس محسوب می‌شود (Hems and Curtis, 2015). اما در حال حاضر در بسیاری از واحدهای فرآوری شیلاتی کشور، کیسه شنا و سایر اجزای داخلی ماهی به عنوان زائدات دور ریخته می‌شوند یا این که به خوراک دام و آرد ماهی تبدیل می‌شوند. در حالی‌که این بخش از ماهی، قابلیت تبدیل به محصولات با ارزش افزوده بالا را دارد. بهره‌برداری هدفمند از این زائدات نه‌تنها از منظر زیست محیطی حائز اهمیت است، بلکه نقش مهمی در کاهش زائدات، افزایش بهره‌وری منابع زیستی، و توسعه پایدار صنعت شیلات دارد (Lan et al., 2024).

از سوی دیگر، روش‌های متعددی برای استخراج آیزین‌گلاس وجود دارد که بسته به امکانات فنی، میزان سرمایه‌گذاری، و هدف بهره‌بردار و انتخاب روش مناسب می‌تواند تأثیر زیادی بر بازده، کیفیت محصول نهایی و صرفه‌جویی اقتصادی داشته باشد. روش سنتی هندی با فرآیندهای ساده و کم‌هزینه، مناسب مناطق با دسترسی محدود به فناوری پیشرفته است، در حالی‌که روش‌های

نیمه‌صنعتی می‌توانند کیفیت، بهداشت و یکنواختی بیشتری را در محصول نهایی تضمین نمایند (Li et al., 2022).

با توجه به این موضوعات، ضرورت بررسی دقیق ظرفیت‌های استخراج آیزین‌گلاس از کیسه شنای ماهیان خاویاری و ارزیابی بازدهی و کیفیت محصول در روش‌های مختلف فرآوری احساس می‌شود. علاوه بر این در بسیاری از کشورها، استفاده از کیسه شنای ماهیان استخوانی برای تهیه آیزین‌گلاس به‌عنوان یک روش زیست‌محیطی برای بازیافت پسماندهای آبزی در حال گسترش است. بنابراین انجام این پژوهش می‌تواند گامی مؤثر در جهت کاهش زائدات آبزیان، ارتقاء بهره‌وری منابع شیلاتی، و ایجاد ارزش افزوده اقتصادی برای صنایع وابسته به پرورش و فرآوری ماهیان خاویاری در کشور باشد.

ارائه راهکار

برای بهره‌برداری بهینه از منابع شیلاتی و کاهش زائدات ناشی از فرآوری ماهیان خاویاری، می‌توان با برنامه‌ریزی مناسب اقدام به استخراج آیزین گلاس از کیسه شنای این ماهیان کرد. نخستین گام در این مسیر، جداسازی اصولی و بهداشتی کیسه‌های شنا در مراحل اولیه فرآوری است. این اقدام نیازمند آموزش نیروهای انسانی فعال در واحدهای شیلاتی و تجهیز این واحدها به امکانات ساده جهت جمع‌آوری و نگهداری موقت این زائدات است. در مرحله بعد، می‌توان با استفاده از روش‌های ساده و قابل‌اجرا مانند خیساندن در آب گرم، جداسازی مکانیکی با دست یا ابزارهای ابتدایی، و خشک‌کردن در شرایط مناسب، آیزینگلاس خام را استخراج کرد. برای اطمینان از کیفیت و ایمنی محصول نهایی، ضروری است فرآیند استخراج و بسته‌بندی بر اساس اصول بهداشتی و استانداردهای مشخص انجام شود؛ در این زمینه، همکاری نهادهای مسئول مانند سازمان دامپزشکی، اداره استاندارد و مراکز علمی کشور اهمیت دارد (Lan et al., 2024).

افزون بر این، ایجاد ارتباط منسجم میان واحدهای فرآوری ماهیان خاویاری و صنایع مصرف‌کننده آیزین گلاس، نظیر صنایع غذایی، دارویی و چسب‌سازی، می‌تواند زمینه‌ساز شکل‌گیری یک زنجیره ارزش اقتصادی شود. این زنجیره علاوه بر افزایش سودآوری، به استفاده کامل از منابع دریایی و کاهش هدررفت کمک می‌کند. همچنین، حمایت از تحقیقات دانشگاهی و پژوهش‌های کاربردی با هدف بهینه‌سازی روش‌های استخراج، افزایش بازده، بهبود ویژگی‌های کیفی و افزایش ماندگاری آیزین گلاس، نقش کلیدی در توسعه پایدار این فناوری دارد. در مجموع، استفاده هدف مند از کیسه شنای ماهیان خاویاری برای تولید آیزین گلاس می‌تواند به عنوان یک راهکار عملی، اقتصادی و سازگار با محیط زیست در صنعت شیلات کشور مطرح شود (Zhang et al., 2025).

تهیه آیزین گلاس از کیسه شنای ماهیان خاویاری

در تاریخ تولید آیزین‌گلاس، **دو روش اصلی** برای فرآوری این محصول شناخته شده است: **روش هندی (سنتی)** و **روش نیمه‌صنعتی (بهبود یافته)**. بررسی این دو روش می‌تواند مسیر توسعه پایدار و تجاری‌سازی این فرآورده را هموار سازد. در ادامه این روش ها، مزایا و محدودیت های آن ها توضیح داده می شوند (کوچکیان صبور، ۱۳۷۸).

۱ – روش هندی

برش دادن شکم ماهی برای دسترسی به کیسه شنای تازه (شکل ۱)

برش دادن (باز کردن کیسه شنا، برداشتن چربی و سر و ته زنی)

کیسه شنای آماده (کیسه شنایی که سر و ته آن برش داده شده و چربی و رطوبت آن گرفته شده است) (شکل ۲)

حذف نسبی رطوبت در برابر نور آفتاب (شکل ۳)

تهیه آیزین گلاس در اشکال مختلف (اشکال ۴، ۵ و ۶)

خشک کردن نهایی در برابر نور آفتاب

مزایای روش هندی:

از مزایای روش هندی می توان سادگی و هزینه پائین را نام برد، که بدون نیاز به تجهیزات پیشرفته انجام می شود (Koochakian et al., 2006).

محدودیت های روش هندی:

محدودیت‌های این روش شامل ناپیوستگی و کاهش یکنواختی کیفی، عدم کنترل دقیق دما و pH، بازدهی پایین و اتلاف بخشی از پروتئین، احتمال آلودگی میکروبی در طی خشک‌کردن طبیعی، کنترل ضعیف روی کیفیت، کیفیت حسی پایین از جمله باقی‌ماندن بو و طعم و شفافیت کم است. با این حال، محصول به‌دست‌آمده از نظر شفافیت و خلوص برای استفاده سنتی در نوشیدنی‌ها و صنایع دستی مناسب است (Koochakian et al., 2006).

۲ – روش نیمه صنعتی

در دهه‌های اخیر، برای رفع محدودیت‌های روش هندی، فرآیند نیمه‌صنعتی توسعه یافته است. این روش ترکیبی از تکنیک‌های سنتی با فناوری‌های کنترل‌شده است که هدف آن ارتقای کیفیت و افزایش بازدهی است. مراحل آن عبارتند از (Koochakian et al., 2006):

انجماد کیسه شنای تازه در دمای ۳۰ – درجه سانتی گراد

انجماد زدایی

برش دادن (باز کردن کیسه شنا، برداشتن چربی و سر و ته زنی)

کیسه شنای آماده (کیسه شنایی که سر و ته آن برش داده شده و چربی و رطوبت آن گرفته شده است) (شکل ۲)

حذف نسبی رطوبت با استفاده از آون در دمای ۶۵ – ۶۰ درجه سانتی گراد (شکل ۳)

تهیه آیزین گلاس در اشکال مختلف (اشکال ۴، ۵ و ۶)

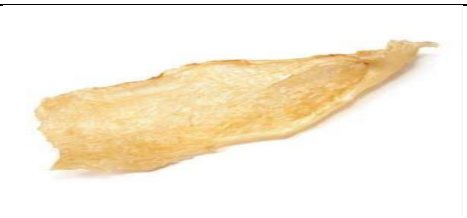
خشک کردن نهایی بوسیله دستگاه خشک کن (Cabinet Tray Dryer)

مزایای روش نیمه‌صنعتی:

مزایای روش نیمه‌صنعتی مزایای متعددی دارد. از این مزایای می توان به بازدهی بالا که برابر با دو برابر روش هندی است، محصول با خلوص بالا و ناخالصی‌های کم، قابلیت استانداردسازی و تکرارپذیری فرآیند، تطابق با الزامات بهداشتی و صنعتی، بی‌مزه و بی‌بو بودن، شفافیت بالا و قدرت شفاف‌سازی عالی، ساختار و کیفیت یکنواخت و محلول‌پذیری بهتر، کاربردپذیری گسترده و مناسب برای کاربرد صنعتی و استخراج ژلاتین اشاره کرد (Koochakian et al., 2006).

محدودیت های روش نیمه صنعتی:

در حالی که محدودیت‌های این روش شامل هزینه و زمان اولیه بالاتر و نیاز به تجهیزات و کنترل دقیق فرآیند است (Koochakian et al., 2006).

شکل ۱ – برش شکم ماهی برای دسترسی به کیسه شنا	شکل ۲ – کیسه شنا پس از استخراج اولیه
	
شکل ۳ – کیسه شنای باز شده و خشک‌شده پس از عملیات آماده‌سازی	شکل ۴ – *آیزین‌گلاس آماده برای بسته‌بندی یا فرآوری نهایی*
شکل ۵ – *آیزین‌گلاس قالب‌گیری شده در شکل‌های متنوع برای مصارف مختلف*	شکل ۶ – ظاهر نهایی آیزین‌گلاس خشک‌شده با کیفیت مناسب

ارزیابی راندمان روش های سنتی هندی و نیمه صنعتی برای تهیه آیزین گلاس

جدول ۱ به مقایسه بازده استخراج آیزین‌گلاس از کیسه شنای سه گونه از ماهیان خاویاری شامل فیل‌ماهی، تاس‌ماهی و ازون‌برون به دو روش سنتی هندی و نیمه‌صنعتی می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد که روش نیمه‌صنعتی در تمامی گونه‌ها عملکرد بالاتری نسبت به روش هندی دارد. بالاترین درصد استحصال مربوط به تاس‌ماهی با ۲۸ درصد در روش نیمه‌صنعتی بوده است، در حالی‌که در روش هندی این مقدار به ۲۰ درصد کاهش یافته است. درصد استخراج آیزین‌گلاس در فیل‌ماهی و ازون‌برون در هر دو روش برابر و معادل ۱۵/۵ درصد در روش نیمه‌صنعتی و ۱۲/۶ درصد در روش هندی گزارش شده است. پایین بودن راندمان فیل‌ماهی نسبت به دو گونه دیگر به پرچرب بودن کیسه شنای آن نسبت داده شده است

که در هنگام فرآوری ضایعات بیشتری تولید می‌کند (Lan et al., 2024). علاوه بر این چون در روش هندی آیزین گلاس قبل از عمل آوری نمک سود نمی گردد کیسه شنا بطور کامل قابل استحصال نبوده و به تکه های کوچک تبدیل میشد که این موضوع از علت اصلی راندمان کم در تولید آیزین گلاس بوده که از نظر اقتصادی نیز قابل رقابت با دو روش قبلی نبود (Cruz-López et al., 2023).

جدول ۱ – میزان استحصال آیزین گلاس از کیسه شنای ماهیان خاویاری (درصد)

روش گونه ماهی	روش نیمه صنعتی	روش هندی
فیل ماهی	۱۵/۵	۱۲/۶
تاس ماهی	۲۸	۲۰
ازون برون	۱۵/۵	۱۲/۶

ارزیابی ویژگی های حسی آیزین گلاس

در جدول ۲، ویژگی‌های حسی آیزین‌گلاس استخراج‌شده از هر سه گونه ماهیان خاویاری بر اساس رنگ، بو، طعم، شفافیت، بافت و قابلیت حل شدن مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. نتایج حاکی از آن است که آیزین‌گلاس حاصل از روش نیمه‌صنعتی از نظر ویژگی های حسی، ظاهری و بافت عملکرد بهتری دارد. بنابراین، روش نیمه‌صنعتی توانسته محصولی با کیفیت و قابل مصرف ارائه دهد (درجه ۲)، در حالی‌که روش هندی از نظر حسی در سطح قابل قبولی قرار ندارد (منبع).

جدول ۲ – بررسی ویژگی های حسی آیزین گلاس استحصال شده از کیسه شنای ماهیان خاویاری (کوچکیان صبور، ۱۳۷۸)

روش	رنگ	بو	طعم	شفافیت	حل شوندگی	بافت
هندی	زرد تا کرم	به طور نسبی دارای بوی ماهی	به طور نسبی دارای بوی ماهی	متوسط	کند و نسبی	طبیعی و ناهمگن
نیمه صنعتی	سفید تا شیری	به طور تقریبی بی بو	به طور تقریبی بی بو	بالا	سریع و کامل	یکنواخت و انعطاف پذیر

ارزیابی ویژگی های غذایی آیزین گلاس

جدول ۳ ارزش غذایی آیزین‌گلاس استخراج‌شده از کیسه شنای ماهیان خاویاری را بررسی می‌کند. محتوای پروتئین آیزین‌گلاس برابر با ۸۲/۵ درصد بوده که نشان‌دهنده خلوص و ارزش غذایی بالای آن است. همچنین، میزان چربی آن ۶/۵ درصد، خاکستر ۶/۷ درصد و رطوبت ۵/۲ درصد گزارش شده است. این مقادیر بیانگر کیفیت بالای آیزین‌گلاس و قابلیت کاربرد آن در صنایع غذایی، دارویی، آرایشی و سایر مصارف صنعتی است. نسبت بالای پروتئین به چربی نیز نشان‌دهنده ویژگی‌های فنی و تغذیه‌ای مناسب این ماده می‌باشد.

جدول ۳ – ارزیابی ارزش غذایی آیزین گلاس استحصال شده از کیسه شنای ماهیان خاویاری (درصد)

شاخص / محصول	پروتئین	چربی	خاکستر	رطوبت
آیزین گلاس	۸۲/۵	۵/۶	۶/۷	۵/۲

توصیه ترویجی

با توجه به ظرفیت بالای تولید ماهیان خاویاری در ایران و سهم بالای زائدات حاصل از فرآوری آن‌ها، استفاده هدفمند از کیسه شنا برای استخراج آیزین‌گلاس می‌تواند راهکاری عملی، اقتصادی و زیست‌محیطی در صنعت شیلات کشور باشد. توصیه می‌شود واحدهای فرآوری و کارگاه‌های کوچک شیلاتی به‌جای دفع یا تبدیل این اندام ارزشمند به خوراک دام، آن را به‌عنوان منبعی غنی از کلاژن بازیافت و در چرخه تولید محصولات با ارزش افزوده قرار دهند. بهره‌گیری از روش نیمه‌صنعتی به دلیل سادگی اجرا، نیاز اندک به تجهیزات پیشرفته، بازده بالا و کیفیت مطلوب محصول نهایی، گزینه‌ای مناسب برای شرایط بومی کشور به شمار می‌رود. این روش ضمن تضمین بهداشت و یکنواختی محصول، امکان عرضه آیزین‌گلاس به صنایع غذایی، دارویی، آرایشی و حتی حوزه‌های هنری را فراهم می‌کند. اجرای این توصیه نیازمند آموزش نیروهای فعال در واحدهای فرآوری، حمایت سازمان‌های متولی مانند شیلات، دامپزشکی و مراکز استاندارد، و همچنین ایجاد پیوند میان تولیدکنندگان و صنایع مصرف‌کننده است. سرمایه‌گذاری در این حوزه نه‌تنها از منظر کاهش زائدات زیستی و افزایش بهره‌وری منابع آبزی اهمیت دارد، بلکه می‌تواند فرصت‌های شغلی جدیدی در مناطق ساحلی ایجاد کرده و به توسعه پایدار روستاهای شیلاتی کمک کند. در نهایت، توجه به فرآوری زائدات شیلاتی به‌ویژه کیسه شنای تاس‌ماهیان، می‌تواند الگویی موفق برای تبدیل تهدید زائدات به فرصت اقتصادی و ارتقای جایگاه ایران در زنجیره جهانی محصولات ارزش افزوده آبزیان باشد. تهیه آیزین گلاس از کیسه شنای ماهیان خاویاری به روش نیمه صنعتی ظرفیت آن را دارد که به‌صورت گسترده در واحدهای فرآوری ماهیان خاویاری کشور ترویج و نهادینه گردد.

منابع

کوچکیان صبور، انوشه. ۱۳۷۸. تهیه آیزین گلاس از کیسه شنای ماهیان خاویاری. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.

Asty, W. N., Yasman, Y., Wardhana, W. 2018. Characteristic of semisolid isinglass from catfish swim bladder based on different concentration in acetic and citric acid solution. AIP Conf. Proc. 2023, 020131 (2018) https://doi.org/10.1063/1.5064128

Akter, Sh., Ashikur, R., Jasmin, N, Wahidur, M., Majumder, R and Nowsad Alam, A. K. M. 2017. Fish glue from tilapia scale and skin and its physical and chemical characters. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 5(2): 255-257.

Cruz-López, H., Rodríguez-Morales, S., Enríquez-Paredes, L.M., Villarreal-Gómez, L.J., True, C., Olivera-Castillo, L., Fernández-Velasco, D.A., López, L.M. 2023. Swim Bladder of Farmed *Totoaba macdonaldi*: A Source of Value-Added Collagen. *Mar. Drugs. 21*, 173. https://doi.org/10.3390/md21030173

Dimla, M. 2020. Isinglass and aloe vera coating as preservation agent to increase the shelf life of fruits. University of Regina Carmeli. 54P.

Hems, E. S., and Curtis, A. E. 2015. Decolorizing isinglass derived from aqua-farmed sturgeon by sonication. Journal of the Institute of Conservation. 38(2): 188–199. https://doi.org/10.1080/19455224.2015.1068199

Koochekian, A., Zareh, Gh and Yousefi, A. 2006. Production of Isinglass from the swim bladder of sturgeons J. Appl. Ichthyol. 22 (1): 419-421

Lan, X., Luo, M., Li, M., Mu, L., Li, G., Chen, G., He, Z., Xiao, J. 2024. Swim bladder-derived biomaterials: structures, compositions, properties, modifications, and biomedical applications. Journal Nanobiotechnology. 22(1):186. doi: 10.1186/s12951-024-02449-w.

Li, G., Li, S., Liu, H., Zhang, L., Gao, J., Zhang, S., Zou, Y., Xia, X., Ren, X. 2022. Isinglass Polysaccharides Regulate Intestinal-Barrier Function and Alleviate Obesity in High-Fat Diet Mice through the HO-1/Nrf2 Pathway and Intestinal microbiome Environment. *Nutrients*, *14*, 3928. https://doi.org/10.3390/nu14193928

Zhang, M., Chen, T.,Hu, J., Zhang, W., Shen, M., Yu, O., Chen, Y., Xie, J. 2025. Collagen (peptide) extracted from sturgeon swim bladder: Physicochemical characterization and protective effects on cyclophosphamide-induced premature ovarian failure in mice. Food Chemistry. 466: 142217.
https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.142217.

Preparation of isinglass from the swim bladders of sturgeon

Mina Seifzadeh[1], Touraj Raoufi[2], Anosheh Koochekian Sabour[1]*

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

2-International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

Corresponding author: m_seifzadeh_ld@yahoo.com

Abstract

Isinglass is a pure, collagen-rich, and colorless protein that can be extracted from the swim bladders of the sturgeon family. It is extensively used in the industries of food, pharmaceuticals, cosmetics, and adhesives because of its unique features like the purity, clarity, and gelatinous nature. The processing of sturgeons is accompanied by a huge amount of waste, which includes the swim bladder, where most of the body weight is reported as waste. However, the swim bladder is an organ that contains valuable collagen compounds and hence should be treated as a source of isinglass. In this article, we present and describe two different methods for extracting isinglass from the swim bladder of three notable sturgeon species of the Caspian Sea, i.e., beluga (*Huso huso*), Persian sturgeon (*Acipenser persicus*), and stellate sturgeon (*Acipenser stellatus*). The traditional "Indian method" is the easiest and most economical, and it involves the gradual heating of the swim bladder, with the final quality of isinglass being considered moderate and with a relatively low yield. The second, semi-industrial method involves controlled treatment conditions and basic laboratory equipment for isinglass production, which results in larger yield, higher purity, no odor and increased transparency, while using the same raw materials as in the previous Indian method. The results indicate that the semi-industrial method, which can be standardized, enhances safety, and preserves quality untouched, still remains an apt procedure for commercialization. The adoption of this technology not only lowers fishery waste and makes the most of aquatic resources but also creates job opportunities in the coastal regions of Iran. The Iranian sturgeon farming has a great potential, and the industry generates a considerable amount of waste, therefore the promotion of the semi-industrial method for isinglass extraction would be economically viable.

Keywords: Fisheries by-products, Isinglass, Sturgeon, Swim bladder, Value-added products.