



## بررسی و مقایسه کیفیت ژلاتین اسیدی و قلیایی پوست و باله کپور فیتوفاگ با منابع دیگر

- هدیه علوی طلب، دانشجوی دکترای مهندسی شیمی - صنایع غذایی، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
- حمید توکلی پور، گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران
- احمد غرقی، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران

تاریخ دریافت: آذر ماه ۱۳۸۳ تاریخ پذیرش: تیر ماه ۱۳۸۴

Email: [hedieh\\_alavi@yahoo.com](mailto:hedieh_alavi@yahoo.com)

### چکیده

ژلاتین یکی از پرمصرف‌ترین مواد پروتئینی کلوئیدی در صنایع غذایی، دارویی، پزشکی و نظامی است که هر ساله مقادیر قابل ملاحظه‌ای از آن برای مصارف مختلف وارد کشور می‌گردد. از طرفی نیز مقادیر قابل توجهی از باقیمانده‌های کپور ماهیان پرورشی و به ویژه کپور نقره‌ای یا فیتوفاگ (Fitofague) که بیشترین آنها را تشکیل می‌دهد (۶۰٪-۵۵) تحت عنوان ضایعات هدر می‌رود در صورتی که می‌تواند منبع مناسبی برای استخراج ژلاتین باشد. در این بررسی کیفیت ژلاتین استخراج شده به دو روش اسیدی و قلیایی با کیفیت ژلاتین اسیدی و قلیایی حاصل از منابع دیگر مقایسه گردید. لازم به ذکر است که خصوصیات کیفی ژلاتین اسیدی و قلیایی کپور فیتوفاگ و منابع دیگر از نظر رطوبت، خاکستر، پروتئین، دما و زمان بستن، دما و زمان باز شدن، قدرت ژلی، ویسکوزیته، رنگ و pH با یکدیگر مقایسه شده‌اند. نتایج این بررسی نشان داد که ژلاتین قلیایی کپور نقره‌ای در مقایسه با ژلاتین اسیدی آن از کیفیت بهتری برخوردار است. همچنین مقایسه کیفیت ژلاتین فیتوفاگ با ژلاتین حاصل از منابع دیگر نیز نشان داد که کیفیت ژلاتین اسیدی و قلیایی فیتوفاگ در مقایسه با کیفیت ژلاتین اسیدی و قلیایی حاصل از منابعی مانند گاو، گوساله، گوسفند، خوک، پای مرغ، پوست کوسه ماهی و غیره در برخی از موارد بهتر است.

کلمات کلیدی: ژلاتین پوست و باله کپور فیتوفاگ، کیفیت ژلاتین، ژلاتین اسیدی، ژلاتین قلیایی

Pajouhesh & Sazandegi No:72 pp: 50-57

**Investigation and comparison of quality of Fitofague's skins & fins acidic and alkaline gelatin with another sources**

By: *Alavi Talab ,H .*, Student of ph.D chemical Engineering,

Science and research Branch Islamic Azad university, Faculty of Engineering, Iran. Tehran.

*Tavakoli Pour ,H .*, Islamic Azad University , Dept of Food Science and Research , Faculty of Engineering, Tehran , Iran.

Ghoroghi, A. Iranian Fisheries Company (Shilat)

Gelatin is one of the most consumed colloid protein material in pharmaceuticals, medical, food and military industries which considerable amount of it will be imported to the country annually in various forms for different uses. On the other hand, annually the considerable amount of the residues of breed cyprinidae; Silver carp or Fitofague (55-60%), which disposed as wastes, although it is useful source for gelatin extraction. In this study quality of extracted gelatin from skins and fins of Fitofague by two methods of acidic and alkaline were investigated and it compared with another sources. In this research quality properties Fitofague's acidic and alkaline gelatin and another sources were compared to form, moisture, ash, protein, setting point and setting time, melting point and melting time, viscosity, bloom strength, colour and pH. Results showed that quality of Fitofague's alkaline gelatin is better than Fitofague's acidic gelatin. Also, comparison of Fitofague's gelatin quality with another sources showed that sometimes quality of Fitofague's gelatin better than quality of another sources of gelatin such as cattle, calf, pig, foot of hen and shark skin.

**Key words:** Fitofague's skins and fins gelatin, Gelatin quality, Acidic gelatin, Alkaline gelatin

### مقدمه

ژلاتین یک ماده پروتئینی کلونیدی و قدیمی‌ترین ماکرومولکولی است که از هیدرولیز کلاژن موجود در پوست، استخوان و بافت پیوندی حیوانات از جمله دام، طیور و آبزیان بدست می‌آید. کلاژن بخش اصلی بافت پیوندی است که قسمت اعظم پروتئین‌های پوست، رگ‌ها، بافت‌های پیوندی و پروتئین‌های استخوان و غضروف<sup>۱</sup> را تشکیل می‌دهد. این مواد در آب جوش و بخار آب گرم حل شده و تولید ژلاتین می‌نماید (۳).

ژلاتین یکی از پر مصرف‌ترین مواد پروتئینی کلونیدی در صنایع غذایی، دارویی، پزشکی و نظامی است که در چهار درجه<sup>۲</sup> متفاوت خوراکی، صنعتی، فوتوگرافی و دارویی تولید می‌شود. در صنایع غذایی در تهیه مارمالادهای، ژله‌ها، شیرینی‌جات، بستنی‌ها و غیره به کار می‌رود که به آسانی در بدن جذب شده و به هضم سایر مواد غذایی از طریق تشکیل امولسیون با چربی‌ها و پروتئین‌ها کمک می‌نماید. همچنین ژلاتین به‌عنوان یک عامل شفاف‌کننده در نوشیدنی‌ها و آب میوه‌جات و نیز در صنایع داروسازی برای تهیه کیسول‌های دارویی و قرص‌ها به کار می‌رود (۱).

ژلاتین امولسیون از نمک‌های نقره می‌سازد که در مقابل نور حساس می‌باشد و بنابراین نقش مهمی در توسعه سریع صنعت سینما و صنایع فوتوگرافی ایفا کرده است. ژلاتین در صنایع دیگر مانند نساجی، تهیه چسب، کبریت‌سازی، مرکب چاپ، کاغذ پلی‌کپی، کارتن‌سازی و در ساخت فیلتر لامپ‌های جیوه‌ای و هم‌چنین به‌عنوان شفاف‌کننده اجسام نیز به کار می‌رود. در مورد مصارف پزشکی نیز در انعقاد خون، جانشینی برای سرم خون، پوشاننده لایه داخلی معده و روده و در تهیه محیط کشت باکتری‌ها استفاده می‌شود (۱).

در ایران در سال‌های ۱۳۶۸ و ۱۳۷۳ تحقیقاتی پیرامون کیفیت ژلاتین اسیدی و قلیایی منابعی مانند دام، طیور و برخی از گونه‌های ماهی صورت گرفته است که نتایج این پژوهش‌ها در جدول ۱ و ۲ آورده

شده است (۳،۱).

در جدول ۳ نیز میانگین برخی ویژگی‌های ژلاتین اسیدی و قلیایی پستاندارانی مانند گوساله و خوک نشان داده شده است (۱۰). همچنین در جدول ۴ ترکیب اسیدهای آمینه ژلاتین پوست کپور ماهی و پستانداران را نشان می‌دهد (۱۳،۸،۶).

بخشی از ژلاتین تولید شده در جهان از پوست و استخوان خوک تهیه می‌گردد که مصرف آن از لحاظ شرعی در کشورهای مسلمان اشکال دارد. همچنین بیماری جنون گاوی تاکنون دام‌های زیادی را در اروپا و کشورهای دیگر مبتلا کرده است و خطر انتقال آن به انسان توسط ژلاتین تولیدی از پوست و استخوان این دام‌ها وجود دارد با توجه به اینکه ماهی هیچ‌کدام از معایب فوق را نداشته و باقی مانده‌های آن به‌عنوان ضایعات هدر رفته و مورد بهره برداری قرار نمی‌گیرد و در ضمن با توجه به فراوانی، ارزانی و قابل دسترس بودن این گونه کپور ماهی فیتوفاگ در تمام طول سال، لذا در تحقیق حاضر استخراج ژلاتین از پوست و باله کپورنقره‌ای به دو روش اسیدی و قلیایی، و مقایسه آن با منابع دیگر مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

به ژلاتینی که از روش اسیدی به‌دست می‌آید ژلاتین نوع A و به ژلاتینی که از روش قلیایی به‌دست می‌آید ژلاتین نوع B می‌گویند.

اهداف این تحقیق را می‌توان در موارد زیر حائز اهمیت دانست:

- ۱- جلوگیری از هدررفت باقی مانده‌های کپور ماهیان پرورشی و بالاخص کپور نقره‌ای که بیشترین درصد (۶۰٪-۵۵) از ماهیان پرورشی را به خود اختصاص داده است.

۲- استفاده از این باقی مانده‌های کم ارزش در جهت تولید ژلاتین که ماده‌ای است بسیار پر مصرف در صنایع غذایی و دارویی.

۳- اطمینان از سلامت و کیفیت ژلاتین تولیدی و بالطبع مواد غذایی دیگر که این محصول در فرمولاسیون آنها به کار می‌رود. این کار از شیوع بیماری‌های خطرناک جلوگیری کرده و موجب ارتقای بهداشت و سلامت جامعه می‌شود.

جدول ۱: کیفیت ژلاتین اسیدی نمونه ها

کیفیت	درصد خاکستر	درصد ازت کل	درصد پروتئین
پوست مرغ خرد شده	۲۵/۸۸	۱۰/۲۴	۵۵/۹۱
پای مرغ	۸۶	۱۱	۶۰/۰۶
استخوان دنده گاو	۷/۵۸	۱۲/۹۵	۷۰/۷۰
رگ و پی گوشت گاو	۸	۱۰/۴۴۷	۵۷/۰۴
استخوان قلم گوسفند	۱۱/۲۵	۱۲/۳۱	۶۷/۲۱۲
پوست و دم گوسفند	۷۲	۱۵	۸۱/۹
پوست کفشک ماهی	-	۱۴/۵	۷۹/۱۷

(-) : نشانه آن است که خاکستر ماده مورد نظر اندازه گیری نشده است.

جدول ۲: کیفیت ژلاتین قلیایی نمونه ها

کیفیت	درصد خاکستر	درصد ازت کل	درصد پروتئین
پوست مرغ خرد شده	۴۵/۳۵	۳/۱	۱۷/۰۸۱
پای مرغ	۴۵	۵	۲۷/۵۵
استخوان دنده گاو	۲۲/۹۵	۱۱/۹۲	۶۵/۶۷
رگ و پی گوشت گاو	۲۶	۶/۴	۳۵/۲۶
استخوان قلم گوسفند	۳۳/۸	۱۰/۶۴	۵۸/۶۲
پوست و دم گوسفند	۴۹	۵/۹۳	۳۲/۶۷
پوست کفشک ماهی	-	۱۵/۴	۸۴/۸۵

(-) : نشانه آن است که تحقیقی در این مورد انجام نگرفته است.

جدول ۳: میانگین کیفیت ژلاتین اسیدی و قلیایی پستانداران

ویژگی ها	ژلاتین اسیدی پستانداران	ژلاتین قلیایی پستانداران
قدرت ژلی (گرم)	۷۵ - ۳۰۰	۷۵ - ۲۷۵
ویسکوزیته CP	۲ - ۷/۵	۲ - ۷/۵
درصد خاکستر	۰/۳ - ۲	۰/۵ - ۲
دمای بستن	۱۵ - ۲۹	۱۵ - ۲۹
دمای باز شدن	۲۷ - ۳۲	۲۷ - ۳۲
pH	۳/۸ - ۶	۵ - ۷/۴

### مواد و روش کار

طبق بررسی های انجام شده ، روش استاندارد استخراج ژلاتین به دو طریق اسیدی و قلیایی ، قرار دادن نمونه ها در حمام آب با درجه حرارت ۵۰ و ۶۰ درجه سانتیگراد است (۹) . این درجه حرارت ، دمای بهینه استخراج می باشد زیرا دمای پائین تر از آن باعث می شود ژلاتین کمتری استخراج گردد و دمای بالاتر نیز کیفیت ژلاتین تولیدی را کاهش می دهد (۹) .

### روش استخراج اسیدی (ژلاتین نوع A)

طبق روش Lefebvre (۱۱) برای استخراج ژلاتین به روش اسیدی ، حدود ۱۱۰۰ گرم از پوست و باله کپور فیتوفاگ را دردمای اتاق از حالت انجماد خارج کرده و سپس به قطعات ۳۰-۱۰ سانتیمتر بریده و برای مدت ۲۰ دقیقه در حمام آبی که شامل ۳۸۰۰ میلی لیتر آب به همراه ۳/۶ میلی لیتر محلول هیپوکلریت سدیم یا پراکسید هیدروژن است قرار می دهیم (هیپوکلریت سدیم یا پراکسید هیدروژن برای جلوگیری از فساد میکروبی پوست ماهی به کار می رود) . سپس با ۳ لیتر آب تمیز به مدت ۱۵ دقیقه شستشو داده و بعد حمام اسیدی را با اضافه کردن ۲/۵ لیتر آب و ۱۲/۶ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال در pH = ۳/۵ آماده کرده و مدت ۵ ساعت در این حمام نگه می داریم. در طول این ۵ ساعت ترکیبات نامطلوب از بافت ماهی خارج شده و بافت جهت استخراج بهتر ژلاتین نرم می گردد (۱۱) . بهتر است از اسیدهای آلی مانند اسید استیک و یا اسید لاکتیک به جای اسید سولفوریک و اسید کلریدریک استفاده شود زیرا اسید قوی تر باعث دناتوره شدن پروتئین های کلاژن شده و در نتیجه ژلاتینی با کیفیت پائین تر بدست می آید، اگر چه امکان دارد مقدار ژلاتین بیشتری با اسید قوی تر حاصل شود. مقدار اسید استیک طبق گزارش منابع ، تن پوست ماهی / لیتر ۲۰-۳ می باشد که در این آزمایش به طور متوسط کیلوگرم پوست ماهی / میلی لیتر ۱۱/۵ در نظر گرفته شده است بعد از گذشت ۵ ساعت مخلوط پوست ها و باله ها را با ۴ لیتر آب تمیز در دو مرحله ۳۰ دقیقه ای شستشو می دهیم تا pH به حدود ۵-۴/۵ برسد (۱۱) . سپس حدود ۳۴۰۰ میلی لیتر آب را به دمای ۹۰ درجه سانتیگراد رسانده و نمونه ها را داخل آن قرار داده و سپس به مدت ۴ ساعت در حمام آب ۵۰ درجه سانتیگراد می گذاریم . در تمام این مدت ۴ ساعت باید pH در محدوده ۵ - ۴/۵ و درجه حرارت نیز در ۵۰ درجه سانتیگراد ثابت نگاه داشته شود. سپس جهت تکمیل استخراج عملیات در درجه حرارت ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴ ساعت دیگر ادامه می یابد .

مرحله بعدی فیلتراسیون می باشد که بعد از افزودن کربن اکتیو جهت کاهش بو ، رنگ و طعم نامطلوب ماهی و همین طور خاک- دیاتومه<sup>۳</sup> ( در هر لیتر ۳ گرم) جهت شفافیت رنگ و بخصوص حذف مواد غیر محلول مانند چربی ها و مواد کلاژنی هیدرولیز نشده، توسط کاغذ صافی واتمن<sup>۴</sup> شماره ۱ و پمپ خلاء انجام می شود. سپس بهتر است محلول فیلتر شده از یک رزین تبادل یونی عبور داده شود تا هم مواد کانی آن جدا شود و هم بوی بد حاصل از آمین و مشتقاتش تا حدودی حذف گردد (۹) . همچنین برای افزایش غلظت ( تا ۵٪ ) و بالابردن سرعت خشک کردن و نیز به منظور کاهش هر چه بیشتر بوی نامطلوب ماهی ، از تبخیر کننده تحت خلاء استفاده می گردد (۱۱) . این غلظت را می توان با دستگاه فراکومتور اندازه گرفت . در نهایت محلول حاصله را در یک آون<sup>۵</sup> با دمای ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتیگراد قرار داده تا محصول خشک و ورقه ای شود.

جدول ۴: مقایسه ترکیب اسیدهای آمینه ژلاتین پوست کپور ماهی و پستانداران به ازای ۱۰۰۰ اسید آمینه کل

اسید آمینه	ژلاتین پوست کپور	ژلاتین پوست پستانداران
آلانین	۱۲۰	۱۱۴
گلايسين	۳۱۷	۳۱۳
والين	۱۹	۲۲
لوسين	۲۵	۲۵
ايزو لوسين	۱۲	۱۱
پرولين	۱۲۴	۱۳۵
فنيل آلانين	۱۴	۱۳
تيروزين	۳/۲	۳
سرين	۴۳	۳۷
ترئونين	۲۷	۱۸
سيستئين	-	-
متيونين	۱۲	۶
آرژئين	۵۳	۵۱
هيستيدين	۴/۵	۵
ليزين	۲۷	۳۴
اسيد اسپارتیک	۴۷	۴۵
اسيد گلوتامیک	۷۴	۷۱
هیدروکسی پرولين	۷۳	۸۶
هیدروکسی لیزين	۴/۵	۱۱

(-) : نشانه عدم وجود اسید آمینه مورد نظر است .

pH ، بهینه استخراج ژلاتین در روش قلیایی می باشد (۹). برای کاهش pH قلیایی و مناسب شدن ژلاتین برای مصارف خوراکی لازم است بعد از انجام فیلتراسیون محلول ژلاتین با اسید کلریدریک ۵٪ با pH = ۵ مخلوط شود تا pH به حد نرمال خود برسد . البته می توان برای این منظور از یک رزین تبادل یونی کاتیونی ( اسید قوی ) هم استفاده کرد. بقیه مراحل دقیقاً مانند روش اسیدی انجام می شود . پس از استحصال ژلاتین اسیدی و قلیایی آزمایشات رطوبت ، خاکستر، پروتئین ، تعیین دما و زمان بستن و تعیین دما و زمان بازشدن را با توجه به دستورالعمل ویژگی های ژلاتین طبق استاندارد ملی ایران و همچنین با توجه به استانداردهای  $BSI/57^6$  و  $AOAC^7$  انجام داده و با حد استاندارد ژلاتین مقایسه نمودیم (۲، ۴، ۵). آزمایشات مربوط به تعیین ویسکوزیته را توسط دستگاه ویسکومتر چرخان HAaKE VT-02 بر حسب سانتی پواز<sup>۸</sup> و نیز تعیین قدرت ژلی را توسط دستگاه بلوم ژلومتر<sup>۹</sup> STVENS-LFRA بر حسب گرم طبق استاندارد انجام داده و نتایج را با استانداردهای  $GMIA^{10}$  مقایسه کردیم (۷). روش های کار به همراه رابطه مربوطه در ادامه ارائه شده است .

#### اندازه گیری رطوبت

روش اندازه گیری رطوبت طبق استاندارد ملی ایران می باشد که درصد وزنی آن از رابطه زیر بدست می آید (۲) :

$$\text{درصد وزنی رطوبت} = (W1 - W2) / (W1 - W)$$

که در آن :

$$W1 = \text{وزن ظرف همراه با در و نمونه قبل از خشک کردن به گرم}$$

$$W2 = \text{وزن ظرف همراه با در و نمونه بعد از خشک کردن به گرم}$$

$$W = \text{وزن ظرف خالی به گرم}$$

#### اندازه گیری خاکستر کل

آزمایش اندازه گیری خاکستر بر اساس استاندارد ملی ایران انجام گرفته است که درصد وزنی آن از رابطه زیر بدست می آید (۲) :

$$W1^* = \text{وزن بوتله و خاکستر نمونه به گرم}$$

$$W2^* = \text{وزن بوتله خالی به گرم}$$

$$W^* = \text{وزن نمونه مورد آزمایش به گرم}$$

#### اندازه گیری مقدار پروتئین

از آنجائی که ژلاتین ازت غیر پروتئین ندارد ، غلظت آن را دقیقاً می توان با تعیین مقدار ازت کل ، اندازه گیری نمود . مقدار ازت کل را می توان به روش AOAC به آسانی تعیین کرد (۴).

همچنین برای اندازه گیری مقدار پروتئین می توان از روش های جذب اشعه اولترا و یوله ، روش لووری ( بر اساس واکنش اولیه پروتئین هیدرولیز نشده با معرف قلیایی مس در حضور معرف فنل ) نیز استفاده کرد ( ۱ ) . فاکتورهای تبدیل ازت کل به پروتئین در روش قلیایی و اسیدی طبق استاندارد AOAC به ترتیب برابر با ۵/۵۱ و ۵/۴۶ می باشد (۴).

روش اندازه گیری مقدار پروتئین هم بر اساس استاندارد ملی ایران و هم بر اساس روش AOAC انجام گرفته است که رابطه های آنها در ادامه نشان داده شده است (۴، ۲).

#### روش استخراج قلیایی (ژلاتین نوع B)

طبق روش Holzer (۹) برای استخراج ژلاتین به روش قلیایی ، حدود ۱۱۰۰ گرم نمونه را در دمای اتاق از حالت انجماد خارج کرده و به قطعات ۳۰-۱۰ سانتی متر بریده و سپس این مواد را در محلول هیدروکسید کلسیم  $Ca(OH)_2$  در درجه حرارت اتاق ۲۰-۱۵ درجه سانتیگراد قرار می دهیم . برای پیش فرآیند ماهیانی مانند کپور که نسبت به بقیه ماهیان دارای چربی بیشتری هستند حداقل هیدروکسید کلسیم مورد نیاز ، لیتر/گرم ۵۰ به ازای هر کیلوگرم پوست و باله ماهی می باشد تا بتواند از فساد و گندیدگی در طول مدت آزمایش جلوگیری کند (۹). با توجه به مقالات موجود در زمینه استخراج ژلاتین ماهی به روش قلیایی ، مقدار بهینه هیدروکسید کلسیم لیتر/گرم ۷۵ به ازای هر کیلوگرم پوست و باله و مدت زمان بهینه پیش فرآیند ۴-۲ هفته انتخاب گردید (۹).

مقدار ۸۲/۵ گرم هیدروکسید کلسیم را در ۱۱۰۰ میلی لیتر آب حل کرده و ۱۱۰۰ گرم نمونه را در مدت حدود ۴ هفته در آن قرار می دهیم که در این حالت pH نمونه به ۱۲ یا بالاتر می رسد . طولانی شدن زمان پیش فرآیند و یا مقدار زیاد هیدروکسید کلسیم می تواند به طور قابل ملاحظه ای کیفیت ژلاتین را کاهش دهد. بعد از گذشت ۴ هفته ، مواد را شستشو داده تا pH به ۱۰ برسد و در طول مدت استخراج نیز ثابت نگه داشته می شود چون این pH

طبق استاندارد انگلیس BSI/۷۵۷ روش تعیین مقدار بلوم یک نمونه ژلاتین به این صورت است که ۷/۵ گرم نمونه با ۱۰۵ میلی لیتر آب مقطر مخلوط شده و در یک بطری قرار داده می شود. این مخلوط در درجه حرارت اتاق به مدت ۳۰ دقیقه به حال خود گذاشته می شود تا ژلاتین به طور کامل متورم گردد. سپس در حمام آب ۴۲ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه حرارت داده می شود تا ژلاتین حل گردد. سپس بطری در حمام آب سرد ۱۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۶ تا ۱۸ ساعت قرار داده می شود. و در نهایت با دستگاه بلوم ژلومتر قدرت ژلی آن بر حسب درجه بلوم اندازه گیری می شود (۵).

مقدار بلوم ژلاتین های تجاری معمولاً ۵۰ تا ۳۰۰ گرم می باشد (۵). اگر ژلاتین قدرت ژلی شدن خوبی داشته باشد، ژلاتین با بلوم قوی (Frot bloom) و اگر قدرت ژلی شدن خوبی نداشته باشد، ژلاتین با بلوم ضعیف (Faible bloom) نامیده می شود.

### تعیین ویسکوزیته

طبق استاندارد BSI/۷۵۷ همانند آزمایش بلوم نمونه ها را آماده کرده و در حمام آب ۴۵ درجه سانتیگراد قرار داده تا کاملاً حل گردد سپس آن را به داخل ظرف مخصوص ویسکومتر که قبلاً در حمام آب ۶۰ درجه سانتیگراد قرار گرفته بود می ریزیم و پس از روان شدن ژل در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد ویسکوزیته توسط دستگاه (Haake VT-۰۲) بر حسب سانتی پواز (Cp) یا میلی پاسکال ثانیه خوانده می شود (۵).

### رنگ

رنگ نمونه های ژلاتین را با قراردادن آنها روی یک زمینه سفید رنگ با یکدیگر مقایسه می کنیم. طبق روش Othmer (۱۹۷۸) رنگ نمونه های ژلاتین باید زرد کم رنگ تا مایل به کهربائی باشد (۱۰).

### نتایج

همانطور که در جدول ۵ ملاحظه می شود، ویژگی های فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی ژلاتین قلیایی کپور ماهی فیتوفاگ با ژلاتین اسیدی آن مقایسه شده است.

در جدول ۶ ویژگی های کیفی ژلاتین اسیدی و قلیایی فیتوفاگ با استانداردهای ملی ایران مقایسه شده است (۲).

همچنین در جدول ۷ ویژگی های کیفی ژلاتین اسیدی و قلیایی کپور ماهی فیتوفاگ با استاندارد GMIA برای ژلاتین های خوراکی و دارویی مقایسه شده است (۷).

اکنون در جدول ۸ و ۹ کیفیت ژلاتین اسیدی و قلیایی دام، طیور و برخی از گونه های دیگر ماهی که در مقدمه به آن اشاره شده بود با کیفیت ژلاتین اسیدی و قلیایی فیتوفاگ مقایسه می شود.

اکنون در جدول ۱۰ میانگین ویژگی های ژلاتین اسیدی و قلیایی پستانداران که در مقدمه به آن اشاره شد با ژلاتین اسیدی و قلیایی فیتوفاگ مقایسه می شود.

### بحث

با مقایسه نتایج جدول ۵ می توان دریافت که ژلاتین قلیایی فیتوفاگ خصوصیات فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی بهتری در مقایسه با ژلاتین اسیدی

درصد وزنی ازت از رابطه زیر حاصل می شود (۲):

$$\text{درصد وزنی ازت} = \frac{N}{W} \times (100 - m) \times 140$$

درصد وزنی ازت  $\times$  فاکتور تبدیل = درصد پروتئین که در آن:

$B =$  حجم محلول هیدروکسید سدیم استاندارد بکار رفته برای خنثی

کردن اسید در آزمون شاهد به میلی لیتر

$A =$  حجم محلول هیدروکسید سدیم استاندارد بکار رفته برای خنثی

کردن زیادی اسید در آزمایش نمونه به میلی لیتر

$N =$  نرمالیه محلول هیدروکسید سدیم استاندارد

$W =$  وزن نمونه برداشته شده برای آزمایش به گرم

$m =$  درصد وزنی رطوبت نمونه

رابطه زیر نیز برای تعیین درصد ازت ارائه شده است (۴).

$$N = \left\{ \frac{140 \cdot 0.7}{g \text{ sample}} \right\} \times \{ (\text{ml std acid} \times \text{normality acid}) - (\text{ml std NaOH} \times \text{normality NaOH}) \}$$

### اندازه گیری pH

روش اندازه گیری pH بر اساس استاندارد ملی ایران می باشد. برای

اندازه گیری از pH متر با الکترودهای شیشه ای استفاده می نماییم. برای استاندارد کردن از محلول های بافر  $pH=4$  و  $pH=7$  استفاده می کنیم (۲).

### تعیین دما و زمان بستن<sup>۱۱</sup>

طبق روش Muyonga برای تعیین دمای بستن ژلاتین محلول ۱۰٪ w/v

آن را ساخته و پس از حل کردن در حمام آب گرم حدود ۳۰ میلی لیتر از آن را در لوله آزمایش (۱۲ mm  $\times$  ۷۵ mm) ریخته و به حمام آب ۴۰ درجه سانتیگراد منتقل می کنیم. سپس حمام آب را به آرامی با اضافه کردن آب سرد با دمای ۲ درجه سانتیگراد در فواصل زمانی ۱۵ ثانیه سرد می کنیم، در این حالت ترمومتر را در محلول قرار داده و هر ۱۵ ثانیه از آن خارج می کنیم. درجه حرارتی که دیگر در آن هیچ قطره ای از روی ترمومتر در هنگام خارج کردن نچکد به عنوان درجه حرارت بستن ژلاتین ثبت می شود.

برای تعیین زمان بستن نیز همان محلول ۱۰٪ w/v ژلاتین را پس

از حل کردن و ریختن در لوله آزمایش به حمام آب با دمای ۱۰ درجه سانتیگراد منتقل کرده و یک تکه چوب نسبتاً بلندی را داخل محلول فروبرده و به فواصل زمانی ۱۵ ثانیه خارج می کنیم. زمانی را که دیگر تکه چوب از محلول ژلاتین جدا نشود به عنوان زمان بستن ژلاتین ثبت می شود (۱۲).

### تعیین دما و زمان باز شدن<sup>۱۲</sup>

طبق استاندارد ژاپن JSA<sup>۱۳</sup> برای تعیین دما و زمان باز شدن ژلاتین

محلول ۱۰٪ w/v آن را پس از آماده سازی مانند قبل، داخل یخچال در دمای ۷ درجه سانتیگراد به مدت ۱۸-۱۶ ساعت گذاشته و سپس به حمام آب ۱۰ درجه سانتیگراد منتقل می کنیم و به تدریج به آن آب گرم ۴۵ درجه سانتیگراد اضافه می کنیم و بدین وسیله درجه حرارت و زمان باز شدن ژلاتین را ثبت می کنیم (۱۲).

### تعیین قدرت ژلی<sup>۱۴</sup>

خصوصیت مهمی که ارزش تجاری را تعیین می کند سختی ژل

است که این سختی با قدرت ژلی مشخص می گردد.

جدول ۵: مقایسه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ورتولوزیکی ژلاتین اسیدی و قلیایی فیتوفاگ

ویژگی‌های کیفی	ژلاتین اسیدی فیتوفاگ	ژلاتین قلیایی فیتوفاگ
درصد رطوبت	۱۰/۱۰	۹/۵۰
درصد خاکستر	۲/۲	۲/۰۷
درصد ازت	۱۵/۷۶	۱۶/۰۰
درصد پروتئین	۸۶/۰۳ (با فاکتور تبدیل ۵/۴۶)	۸۸/۱۶۸ (با فاکتور تبدیل ۵/۵۱)
pH	۵/۲	۷/۱
دمای بستن (درجه سانتیگراد)	۷	۱۰
زمان بستن (ثانیه)	۱۸۰	۱۳۵
دمای باز شدن (درجه سانتیگراد)	۲۰	۲۶
زمان باز شدن (ثانیه)	۶۰	۱۵۰
ویسکوزیته (CP)	۴	۶
قدرت ژلی بر حسب درجه بلوم (g)	۸۴	۱۷۶
رنگ	کمی شفاف	شفاف

جدول ۶: مقایسه ویژگی‌های کیفی ژلاتین حاصل از کپورماهی فیتوفاگ به دوروش اسیدی و قلیایی با استاندارد ملی ایران

ژلاتین	کیفیت	درصد وزنی رطوبت	درصد وزنی خاکستر	درصد وزنی ازت بدون قید فاکتور تبدیل	رنگ
ژلاتین اسیدی فیتوفاگ		۱۰/۱۰	۲/۲	۱۵/۷۶	کمی شفاف
ژلاتین قلیایی فیتوفاگ		۹/۵	۲/۷۰	۱۶/۰۰	شفاف
ژلاتین خوراکی استاندارد ملی ایران		حداکثر ۱۵	حداکثر ۳	حداقل ۱۵	زرد کم‌رنگ تا کهربایی

جدول ۷: مقایسه ویژگی‌های کیفی ژلاتین حاصل از کپورماهی فیتوفاگ به دو روش اسیدی و قلیایی با استاندارد GMIA

ژلاتین	کیفیت	درصد وزنی رطوبت	درصد وزنی خاکستر	درصد پروتئین	ویسکوزیته (CP)	قدرت ژلی بر حسب درجه بلوم (g)	pH
ژلاتین اسیدی فیتوفاگ		۱۰/۱۰	۲/۲	۸۶/۰۳	۴	۸۴	۵/۲
ژلاتین قلیایی فیتوفاگ		۹/۵	۲/۰۷	۸۸/۱۶۸	۶	۱۷۶	۷/۱
استاندارد ژلاتین اسیدی خوراکی		۸-۱۵	۱-۲/۵	۸۴-۹۰	۱/۵-۷/۵	۵۰-۳۰۰	۳/۸-۵/۵
استاندارد ژلاتین اسیدی کپسول‌های سخت		۸-۱۵	۱-۲/۵	۸۴-۹۰	۴/۴-۵/۵	۲۴۰-۳۰۰	۴/۵-۵/۵
استاندارد ژلاتین اسیدی کپسول‌های نرم		۸-۱۵	۱-۲/۵	۸۴-۹۰	۲/۵-۳/۵	۱۵۰-۲۰۰	۴/۵-۵/۵
استاندارد ژلاتین اسیدی قرص‌ها		۸-۱۵	۱-۲/۵	۸۴-۹۰	۱/۷-۳/۵	۷۵-۱۵۰	۴/۵-۵/۵
استاندارد ژلاتین قلیایی خوراکی		۸-۱۵	۱-۲/۵	۸۴-۹۰	۲-۷/۵	۵۰-۳۰۰	۵-۷/۵
استاندارد ژلاتین قلیایی کپسول‌های سخت		۸-۱۵	۱-۲/۵	۸۴-۹۰	۴/۵-۶	۲۰۰-۲۵۰	۵/۳-۶/۵
استاندارد ژلاتین قلیایی کپسول‌های نرم		۸-۱۵	۱-۲/۵	۸۴-۹۰	۳-۴/۵	۱۲۵-۱۷۵	۵/۳-۶/۵
استاندارد ژلاتین قلیایی قرص‌ها		۸-۱۵	۱-۲/۵	۸۴-۹۰	۲-۳/۵	۷۵-۱۵۰	۵/۳-۶/۵



مصارف دارویی مناسب نمی باشد . همانطور که در جدول ۸ مشاهده می شود با توجه به درصد خاکستر کمتر و درصد پروتئین بیشتر ژلاتین اسیدی فیتوفاگ در مقایسه با خاکستر و پروتئین ژلاتین اسیدی منابع دیگر می توان نتیجه گرفت که ژلاتین اسیدی فیتوفاگ نسبت به ژلاتین حاصل از منابع دیگر از کیفیت بالاتری برخوردار است و کاربرد آن در صنایع غذایی پیشنهاد می شود .

همچنین جدول ۹ نشان می دهد که درصد خاکستر ژلاتین قلیایی فیتوفاگ نسبت به درصد خاکستر ژلاتین قلیایی منابع دیگر کمتر و درصد پروتئین آن نسبت به منابع دیگر بیشتر است ، بنابراین می توان نتیجه گرفت که ژلاتین قلیایی فیتوفاگ نسبت به ژلاتین قلیایی منابع دیگر از کیفیت بالاتری برخوردار است و کاربرد آن در صنایع غذایی پیشنهاد می شود .

در مجموع می توان نتیجه گیری کرد که کیفیت ژلاتین اسیدی و قلیایی فیتوفاگ نسبت به کیفیت ژلاتین اسیدی و قلیایی منابع دیگر بالاتر است . لذا کاربرد ژلاتین اسیدی و قلیایی در مصارف خوراکی به خصوص صنایع غذایی مناسب بوده و پیشنهاد می گردد .

جدول ۱۰ نشان می دهد که خصوصیات کیفی ژلاتین اسیدی فیتوفاگ تقریباً نزدیک به خصوصیات کیفی ژلاتین اسیدی پستاندارانی مانند گوساله و خوک می باشد و تنها اختلاف این دو ژلاتین ، در دمای بستن و باز شدن آنها می باشد . همچنین کیفیت ژلاتین اسیدی و قلیایی فیتوفاگ به جز دمای بستن و دمای باز شدن آن، به کیفیت ژلاتین اسیدی و قلیایی پستانداران از جمله گوساله و خوک نزدیک است.

علت اصلی تفاوت در ویژگی های کیفی ژلاتین پستانداران با ژلاتین ماهی کپور فیتوفاگ را می توان در کمبود اسیدهای آمینه پرولین و هیدروکسی پرولین ژلاتین ماهی نسبت به ژلاتین پستانداران جستجو و مشاهده کرد که این اختلاف در جدول ۴ در مقدمه آورده شده است .

همانطور که اشاره شد ، کیفیت ژلاتین حاصل از استخراج قلیایی پوست و باله کپور فیتوفاگ نسبت به استخراج اسیدی آن بالاتر است ولی کیفیت هر دو آنها در مقایسه با کیفیت ژلاتین تولیدی از منابع دیگر مشابه و یا بالاتر می باشد .

به طور کلی می توان نتیجه گرفت که نوع ماده اولیه ( پوست ، استخوان ، غضروف و غیره ) ، بافت ماده اولیه ، ترکیب ماده اولیه ، ( مقدار

که ژلاتین اسیدی فیتوفاگ در مصارف خوراکی و در تهیه قرص قابل استفاده است ولی به دلیل پایین بودن قدرت ژلی این ژلاتین نسبت به قدرت ژلی ژلاتین مورد استفاده در کپسول های سخت و نرم ، کاربرد آن در این مورد پیشنهاد نمی گردد .

همچنین با مقایسه نتایج حاصل از ژلاتین قلیایی فیتوفاگ با مقادیر استاندارد ژلاتین قلیایی خوراکی و دارویی GMIA نیز در جدول ۷ در می یابیم که ژلاتین قلیایی فیتوفاگ در مصارف خوراکی قابل استفاده است ولی به دلیل بالا بودن قدرت ژلی این ژلاتین نسبت به قدرت ژلی ژلاتین کپسول های نرم و قرص ها و همچنین به دلیل پایین بودن قدرت ژلی این ژلاتین نسبت به قدرت ژلی ژلاتین کپسول های سخت کاربرد آن در

فیتوفاگ دارد . همچنین با مقایسه کیفیت دو نوع ژلاتین ، می توان نتیجه گرفت که روش قلیایی استخراج ژلاتین نسبت به روش اسیدی از نظر کیفی ، برای نمونه های پوست و باله کپور فیتوفاگ مناسب تر است .

جدول ۶ نیز نشان می دهد که نتایج حاصل از این پژوهش یعنی ویژگی های کیفی ژلاتین اسیدی و قلیایی فیتوفاگ با مقادیر استانداردهای ملی ایران به طور دقیق مطابقت داشته و از این نظر کاربرد ژلاتین فیتوفاگ در مصارف خوراکی و به خصوص در صنایع غذایی پیشنهاد می گردد .

با مقایسه نتایج حاصل از ژلاتین اسیدی فیتوفاگ با مقادیر استاندارد ژلاتین اسیدی خوراکی و دارویی GMIA در جدول ۷ در می یابیم

جدول ۸: مقایسه کیفیت ژلاتین اسیدی کپور فیتوفاگ با منابع دیگر

کیفیت ژلاتین اسیدی	درصد خاکستر	درصد ازت کل	درصد پروتئین
پوست و باله فیتوفاگ	۲/۲	۱۵/۷۶	۸۶/۰۳
پوست مرغ خرد شده	۲۵/۸۸	۱۰/۲۴	۵۵/۹۱
پای مرغ	۸۶	۱۱	۶۰/۰۶
استخوان دنده گاو	۷/۵۸	۱۲/۹۵	۷۰/۷۰
رگ و پی گوشت گاو	۸	۱۰/۴۴۷	۵۷/۰۴
استخوان قلم گوسفند	۱۱/۲۵	۱۲/۳۱	۶۷/۲۱۲
پوست و دم گوسفند	۷۲	۱۵	۸۱/۹
پوست کفشک ماهی	-	۱۴/۵	۷۹/۱۷

( - ) : نشانه آن است که خاکستر ماده مورد نظر اندازه گیری نشده است .

جدول ۹: مقایسه کیفیت ژلاتین قلیایی کپور فیتوفاگ با منابع دیگر

کیفیت ژلاتین قلیایی	درصد خاکستر	درصد ازت کل	درصد پروتئین
پوست و باله فیتوفاگ	۲/۰۷	۱۶/۰۰	۸۸/۱۶۸
پوست مرغ خرد شده	۴۵/۳۵	۳/۱	۱۷/۰۸۱
پای مرغ	۴۵	۵	۲۷/۵۵
استخوان دنده گاو	۲۲/۹۵	۱۱/۹۲	۶۵/۶۷
رگ و پی گوشت گاو	۲۶	۶/۴	۳۵/۲۶
استخوان قلم گوسفند	۳۳/۸	۱۰/۶۴	۵۸/۶۲
پوست و دم گوسفند	۴۹	۵/۹۳	۳۲/۶۷
پوست کفشک ماهی	-	۱۵/۴	۸۴/۸۵

( - ) : نشانه آن است که تحقیقی در این مورد انجام نگرفته است .

جدول ۱۰: مقایسه میانگین کیفیت ژلاتین اسیدی و قلیایی پستانداران با ژلاتین اسیدی و قلیایی فیتوفاک

ژلاتین قلیایی فیتوفاک	ژلاتین قلیایی پستانداران	ژلاتین اسیدی فیتوفاک	ژلاتین اسیدی پستانداران	ژلاتین ویژگی‌ها
۱۷۶	۷۵-۲۷۵	۸۴	۷۵-۳۰۰	قدرت زلی (گرم)
۶	۲-۷/۵	۴	۲-۷/۵	ویسکوزیته CP
۲/۰۷	۰/۰۵-۲	۲/۲	۰/۳-۲	درصد خاکستر
۱۰	۱۵-۲۹	۷	۱۵-۲۹	دمای بستن
۲۶	۲۷-۳۲	۲۰	۲۷-۳۲	دمای باز شدن
۷/۱	۵-۷/۴	۵/۲	۳/۸-۶	pH

ارشد رشته علوم و صنایع غذایی، دانشگاه تربیت مدرس، ۲۵۰ صفحه.  
 ۲- استاندارد ملی ایران، شهریور ۱۳۷۳؛ شماره ۳۴۷۴، روشهای آزمون کیفی ژلاتین. صفحات ۱ تا ۸.

۳- کاظمی دلیری، ا.؛ ۱۳۷۳؛ تهیه ژلاتین از ضایعات حیوانی. مجموعه مقالات پژوهشی شریف. مرکز بیوشیمی، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف. صفحات ۶۰ تا ۶۸.

4- Association of official analytical chemists (A.O.A.C)., 1955 ; Washangton , pp .17- 18 .

5- British standard institute ., 1975 ; Methods for sampling and testing gelatin (physical & chemical methods).Gr 8 . London , UK . BSI / 757 .

6- Eastoe, J.E and Leach, A., 1958; A survey of recent work on amino acid composition of vertebrate collagen and gelatin . J. Biochem. Vol .61. No.5, pp .589 .

7- Gelatin Manufacturers Institute Of America ,Inc. Standard Methods for Sampling and Testinfg of Gelatin ., 2003; GMIA. 271 madison , suite 908 . New York .

8- Haug, J. ., 2003; Physical and rheological properties of fish gelatin compared to mammalian gelatin . J. Food Hydrocolloids . Article in press .

9- Holzer , D . ., 1996; Gelatin production . U.S.patent . No. 5484888.

10- Kirck and Othmer ., 1978; Encyclopedia of chemical technology . second edition , volume 10 . Food Additive to Heterocyclic Compounds . pp . 499-508 . Mc Grow Hill , New York

11- Lefebvre and Biarrotte ., 2002; Process for the preparation of fish gelatin . U.S.patent . No. 6368656.

12- Muyonga, J.H . ., 2003 ; Extraction and physico-chemical characterisation of Nile perch (*Lates niloticus*) skins and bone gelatin . J. Food Hydrocolloids . Article in press .

13- Piez, K.A. and Gross, J.G . ., 1960; The amino acid composition of some fish collagen : The relation between composition and structure . J. Biological Chemistry . Vol .235 . No. 4 , pp .995-998 .

اسیدهای آمینه موجود در کلاژن آن بخصوص پرولین و هیدروکسی پرولین)، شرایط مختلف فرآیند (دما، زمان، pH و غیره)، شرایط پیش فرآیند (نوع اسید و قلیا، غلظت اسید و قلیا، مدت زمان به کار برده شده و ...)، عملیات فیلتراسیون، خشک کردن و غیره، همه می‌توانند به نوعی در کیفیت ژلاتین حاصل تأثیر مطلوب یا نامطلوب بگذارند.  
 در پایان بررسی فرآیند تولید ژلاتین از کپور ماهیان پرورشی با استفاده از نتایج آزمایشگاهی به دست آمده از این پژوهش درمقیاس پیلوت و صنعتی پیشنهاد می‌گردد.

### تشکر و قدردانی

از همکاری‌های مؤسسه تحقیقات شیلات تهران و بندرانزلی، کارشناسان مجتمع آزمایشگاهی واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی و کلیه عزیزانی که با همکاری‌های صمیمانه خود امکان انجام این پژوهش را فراهم نمودند تشکر و قدردانی می‌نمایم .

### پاورقی‌ها

- 1- Cartilage
- 2- Grade
- 3- Diatomaceous earth
- 4- Whatman
- 5- Oven
- 6- British Standard Institute
- 7- Association of Official Analytical Chemists
- 8- Centi Poise
- 9- Bloom gelometer
- 10- Gelatin Manufacturers Institute of America
- 11- Setting point & Setting time
- 12- Melting point & Melting time
- 13- Japanese Standard Association
- 14- Bloom

### منابع مورد استفاده

۱- آبرومند، ع. ۱۳۶۸؛ تهیه ژلاتین از ضایعات شیلات. پایان نامه کارشناسی