

## بررسی اثر پیش فراوری با قلیا بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی ژلاتین فیل ماهی ایرانی (بلوگا)

سمیرا صباغ پور<sup>a\*</sup>، علی معتمدزادگان<sup>b</sup>، میلاد حدیدی<sup>a</sup>

<sup>a</sup> کارشناس ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران  
<sup>b</sup> استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۶/۳

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۴/۲۵

### چکیده

**مقدمه:** ژلاتین یک بیوپلیمر مهم کاربردی است که به طور گسترده در مواد غذایی به کار می‌رود. ژلاتین‌های تجاری به دلایل مذهبی و فرهنگی اجتماعی در ادیان اسلام و یهودیت قابل پذیرش نمی‌باشند، به همین دلیل استخراج ژلاتین از ضایعات صنعت فراوری ماهی به عنوان منبع جایگزین ژلاتین‌های تجاری، اهمیت قابل توجهی پیدا کرده است.

**مواد و روش‌ها:** به منظور بهینه سازی شرایط استخراج ژلاتین از پوست فیل ماهی ایرانی (*Huso huso*)، تأثیر غلظت هیدروکسیدسدیم (۰/۰۷۵-۰/۰۵-۰/۰۱ نرمال) و هیدروکسیدکلسیم (۰/۰۱-۰/۰۵-۰/۰۷۵ نرمال) بر بازده استخراج، نقطه ذوب، ویسکوزیته، استحکام ژل، رنگ و وزن ملکولی ژلاتین استخراجی مورد بررسی قرار گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که بیشترین راندمان استخراج ژلاتین از پوست فیل ماهی ایرانی مربوط به هیدروکسیدکلسیم ۰/۰۵ نرمال بود، همچنین در بررسی نقطه ذوب مشخص گردید که بالاترین و پایین‌ترین نقاط ذوب (۳۰/۹۸ و ۲۸ درجه سانتی‌گراد) به ترتیب مربوط به تیمار هیدروکسیدسدیم ۰/۰۱ نرمال و هیدروکسیدکلسیم ۰/۰۵ نرمال بود ( $p < 0/05$ ). ویسکوزیته نمونه‌ها با کاهش غلظت قلیا افزایش یافت. در عین حال غلظت هیدروکسیدسدیم در مقایسه با غلظت هیدروکسیدکلسیم تأثیر بیشتری را بر ویسکوزیته داشت. ( $p < 0/05$ ). بیشترین استحکام ژل (۵۸۲ گرم) در نمونه پیش تیمار شده با هیدروکسیدسدیم ۰/۰۱ نرمال دیده شد. در خصوص رنگ، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نگردید. با توجه به الگوی الکتروفورز در همه تیمارها زنجیره آلفا دیده شد. غلظت باندهای مربوط به زنجیره های آلفا و بتا در تیمار هیدروکسیدکلسیم ۰/۰۷۵ نرمال کمتر از سایر نمونه‌ها بود.

**نتیجه‌گیری:** نتایج نشان دادند که پیش فراوری استخراج ژلاتین از پوست ماهی مذکور توسط هیدروکسیدسدیم در غلظت ۰/۰۱ نرمال، موجب تولید ژلاتین با ویژگی‌های عملکردی بهتری می‌گردد.

**واژه‌های کلیدی:** استخراج، پیش فراوری، رئولوژی، ژلاتین، فیل ماهی

## مقدمه

ژلاتین یک ترکیب غذایی پروتئینی خالص با وزن مولکولی بالا و خواص عملکردی با ارزش می‌باشد که از دانتوراسیون حرارتی کلاژن، پروتئین عمده بافت پیوندی حیوانات، بدست می‌آید (Baily et al., 1998). ژلاتین با داشتن خصوصیات منحصر به فرد، کاربردهای فراوانی در صنایع غذایی، دارویی، پزشکی، عکاسی دارد. از این دسته می‌توان به قابلیت تولید ژل، خاصیت چسبندگی، شفاف کنندگی، قوام دهنده‌گی آن اشاره نمود (Gilsenan & Murphy, 2000). ژلاتین را می‌توان از منابع گوناگون کلاژن تولید کرد. استخوان گاو، پوست گاو و پوست خوک منابع اصلی تجاری هستند (Wasswa et al., 2007). اما در سال‌های اخیر با توجه به شیوع بیماری جنون گاوی و همچنین محدودیت ادیان اسلام و یهود در استفاده از فرآورده‌های حاصل از خوک و دام‌هایی که ذبح شرعی بر روی آنها صورت نگرفته، استفاده از پوست و استخوان آبزیان به عنوان منبع تولید ژلاتین، مورد توجه بسیاری قرار گرفته است (Ladislaus et al., 2007). کلاژن حیوانات خونگرم و خونسرد از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی از جمله حلالیت، پایداری حرارتی و واکنش پذیری شیمیایی متفاوت هستند (Yata et al., 2001) به همین دلیل روش استخراج کلاژن و تولید ژلاتین از بافت پیوندی پستانداران تا حدی متفاوت از استخراج و تولید ژلاتین از ضایعات ماهی می‌باشد. این امر زمینه مطالعات متعددی را در بررسی خواص عملکردی و فرآوری ژلاتین ماهی فراهم نموده است. کیفیت ژلاتین برای یک کاربرد خاص بستگی زیادی به خواص رئولوژیکی و فیزیکی شیمیایی آن دارد (Gimenez et al., 2005). از همین رو تاکنون مطالعات متعدد دیگری در خصوص شرایط مختلف پیش فرآوری و استخراج ژلاتین از استخوان پولاک آلاسکا (Motamedzadegan et al., 2003)، پوست کوسه (Cho et al., 2004)، پوست پولاک آلاسکا (Zhou et al., 2005) پوست سالمون آتلانتیک (Arnesen et al., 2007)، پوست گربه ماهی (Liu et al., 2007)، پوست کپور نقره ای (Regenestin & Boran, 2009) و پوست فزل آلائی رنگین کمان (Shahiri Tabarestani et al., 2010) و پوست تریگر خاکستری (Jellouli et al., 2011) صورت پذیرفت. فیل

بررسی اثر پیش فرآوری با قلیا بر ویژگی‌های ژلاتین فیل ماهی ایرانی

ماهی یا بلوگا (*Huso huso*)، از راسته تاس‌ماهیان، بزرگترین ماهی دریای خزر است. زیستگاه اصلی این آبزی دریای خزر و دریای سیاه است و همچنین در دریای آدریاتیک هم دیده شده است. این مطالعه به منظور بهینه سازی فرآیند پیش تیمار در غلظت‌های مختلف هیدروکسیدکلسیم و هیدروکسیدسدیم برای به دست آوردن بهترین ویژگی فیزیکوشیمیایی مانند (بازده، ویسکوزیته، قدرت ژل، نقطه ذوب) برای تولید ژلاتین از پوست ماهی بلوگا طراحی شد.

## مواد و روش‌ها

- تهیه پوست ماهی و آماده سازی نمونه  
پوست ماهی خاویار گونه بلوگا (*Huso huso*) به صورت منجمد و در دمای ۳۰- درجه سانتی‌گراد، به عنوان ضایعات سازمان شیلات واقع در شهرستان بابلسر تهیه و تا زمان استفاده در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد و در آزمایشگاه نگهداری شد. بقایای گوشت چسبیده به پوست به صورت دستی حذف و نمونه‌ها تمیز و شسته شدند. پوست‌ها به قطعات ۱×۱ سانتیمتر مربع در آمدند و در کیسه‌های پلی اتیلنی در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

- فرآیند استخراج ژلاتین از پوست ماهی بلوگا  
ژلاتین به روش زوو و رگنستین با تغییرات اندک در پارامترهای پیش فرآوری استخراج شد. فرآیند پیش تیمار قلیایی، جهت حذف پروتئین‌های غیر کلاژنی در سه غلظت و در دامنه غلظت‌های هیدروکسیدسدیم (۰/۰۱ - ۰/۰۵ - ۰/۰۷۵ نرمالیت) با حجم ۳ V/W و به مدت ۱ ساعت و در ۴ درجه سانتی‌گراد انجام شد و بعد از شست و شو با آب، جهت حذف مواد معدنی و املاح از پوست، فرآیند پیش تیمار اسیدی (اسیداستیک) در غلظت (۰/۰۵ نرمالیت) با حجم ۳ V/W و به مدت ۱ ساعت صورت گرفت. مراحل بالا با ۳ بار تکرار انجام شد. ژلاتین از پوست پیش تیمار یافته در آب مقطر به نسبت حجمی (۲/۸: ۱) در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد و پس از ۷ ساعت، در بن ماری استخراج شد. سپس با عبور از پارچه فیلتر، پرس شده و تحت خلاء تغلیظ شد. ژلاتین‌های تغلیظ شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برای بررسی ویژگی‌ها نگهداری شدند

(Zhou & Regenstein, 2005).

#### - اندازه‌گیری پروتئین به روش لوری

میزان پروتئین نمونه‌های ژلاتین به روش لوری تعیین شد. میزان جذب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر ( PG Instruments, T80+UV-VIS, ) و در طول موج ۷۵۰ نانومتر قرائت شد و از آلبومین سرم گاوی در غلظت بین ۵ - ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر به عنوان پروتئین استاندارد استفاده گردید ( Lowry, 1951).

#### - تعیین بازده استخراج

راندمان استخراج ژلاتین بر اساس حجم محلول صاف شده ژلاتین تولیدی بعد از پرس و غلظت پروتئین آن و طبق فرمول زیر محاسبه شد: (Yang et al., 2007)

$$\%Yield = \frac{C \times V}{M} \times 100$$

C = غلظت پروتئین (mg/ml)

V = حجم ژلاتین استخراج شده (mg)

M = وزن نمونه پوست ماهی اولیه

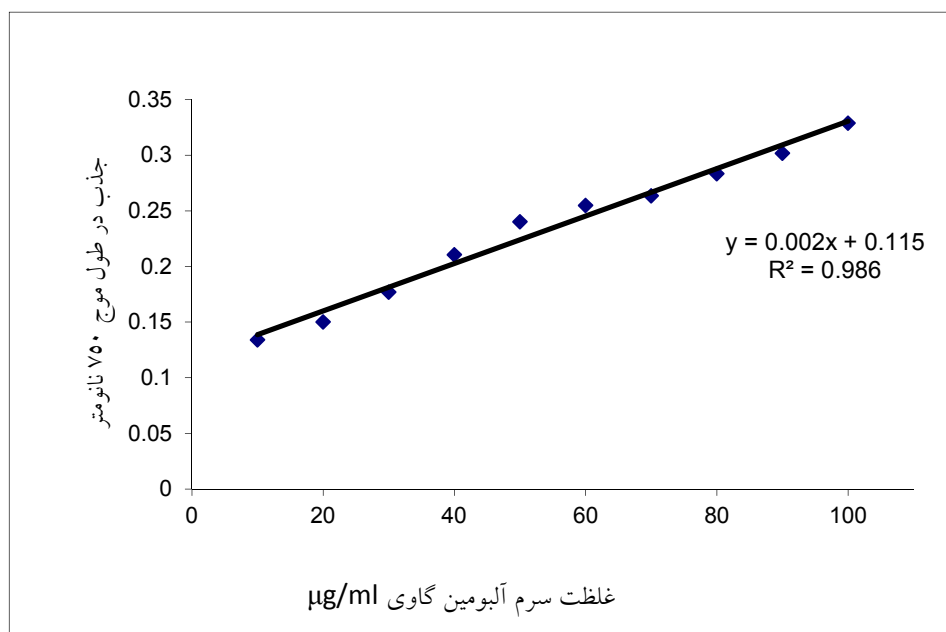
#### - اندازه‌گیری نقطه ذوب

طبق استاندارد انگلیس به شماره (BS/755, 1975)،

برای اندازه‌گیری نقطه ذوب، غلظت ژلاتین در حد ۶/۶۷٪ (وزنی- حجمی) تنظیم شده سپس ۴ میلی لیتر از این محلول داخل لوله آزمایش کوچکی ریخته شد. لوله آزمایش به مدت ۱۲ ساعت در دمای یخچال (۴-۶ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شدند. سپس ۲ تا ۳ قطره محلول ۰/۵٪ متیل رد- کلروفرم به نمونه‌ها اضافه شده و نمونه‌ها داخل بن ماری گذاشته شدند. دمای اولیه آب به کمک یخ به حدود ۴ درجه سانتی‌گراد رسانیده شد و سپس بن ماری روشن و دما با سرعت ۰/۲ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه افزایش یافت. با افزایش دما تا نقطه ذوب ژلاتین، قطره کلروفرم به پایین لوله آزمایش سقوط می‌کند که به دلیل وجود متیل رد قابل رؤیت خواهد بود. دمایی که قطره کلرفرم سقوط نمود، بر روی هر یک از نمونه‌ها یادداشت و به عنوان نقطه ذوب گزارش شد.

#### - تعیین استحکام ژل

استحکام ژل با استفاده از دستگاه بافت سنج، بلوم رئومتر تعیین شد. ژلاتین با غلظت ۳٪ (W/V) در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. استحکام ژل بر اساس بلوم و در شرایط دستگاهی زیر اندازه‌گیری شد: پلانجر (پیستون) استوانه‌ای تفلونی با قطر ۱۲/۷ میلی‌متر، بار ۱۰ کیلو نیوتن، سرعت نفوذ ۱ mm/s و عمق نفوذ ۴ mm (Yang et al., 2007).



شکل ۱- منحنی استاندارد روش لوری

**اندازه‌گیری ویسکوزیته**

اندازه‌گیری ویسکوزیته با استفاده از ویسکومتر لوله‌ای استوالد انجام شد. نمونه مورد استفاده برای تعیین استحکام بلوم ژل (۶/۶۷٪) در یک حمام آب ۴۰ درجه سانتی‌گراد ذوب شد و پس از آن به داخل ویسکومتر ریخته شد. قبل از اندازه‌گیری ویسکوزیته، ویسکومتر در حمام آب در ۴۰ سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه نگهداری شد. (قنبرزاده، ۱۳۸۸)

$$\mu = K(t - \theta)$$

$\mu$ : میزان ویسکوزیته

K: عدد ثابت

t: زمان عبور سیال

$\theta$ : عدد ثابت

مدت نیم ساعت، در مقدار کافی از محلول رنگ‌آمیزی و سپس به مدت ۲۴ ساعت در محلول رنگبر تعویض گردید تا زمینه ژل شفاف گردد و باندهای پروتئینی به وضوح دیده شوند (Laemmli, 1970).

**تجزیه و تحلیل آماری**

برای همی آزمایش‌های انجام شده سه تکرار در نظر گرفته شد. نتایج به صورت مقادیر میانگین بیان شده‌اند. اختلاف بین مقادیر در نمونه‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک سویه (ANOVA<sup>۱</sup>) در سطح آماری (P < ۰/۰۵) آنالیز و معنی‌دار گردید و آنالیزهای ذکر شده توسط نرم افزار SPSS (version 18.0) انجام گرفت و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار EXCEL استفاده گردید.

**یافته‌ها**

نتایج اثر قلیا بر روی بازده استخراج، نقطه ذوب، ویسکوزیته، قدرت ژل به ترتیب در نمودارهای ۱، ۲، ۳ و ۴ ارائه گردیده است. در جدول ۱ اثر غلظت قلیا بر روی رنگ نشان داده شده است. در شکل ۲ الگوی الکتروفورز ژلاتین فیل ماهی در شرایط مختلف پیش فرآوری منعکس گردیده است.

**بحث**

با مقایسه بررسی نقطه ذوب در شرایط پیش فرآوری مختلف در نمونه‌های مورد بررسی، بیشترین نقطه ذوب در تیمار هیدروکسیدسدیم ۰/۰۱ نرمال مشاهده شد (نمودار ۱). در این پژوهش نیز، نشان داده شده که با کاهش غلظت هیدروکسیدسدیم و هیدروکسیدکلسیم، نقطه ذوب بالا رفته که ناشی از افزایش میزان هیدروکسی پرولین در ژلاتین‌های استحصالی می‌باشد. این اسید آمینه پیوندهای هیدروژنی را کاهش داده و درجه حرارت ژلاتیناسیون و نقطه ذوب را افزایش می‌دهد. با این وجود این نتایج اندکی در مقایسه با ژلاتین قزل‌آلای رنگین کمان متفاوت است، جایی که نقطه ذوب با افزایش غلظت قلیا در محدوده ۰/۰۱ - ۰/۲ نرمال افزایش یافت (Shahiri et al., 2010). نقطه ذوب ژلاتین پوست فیل ماهی در نقطه بهینه ۳۰/۹۸

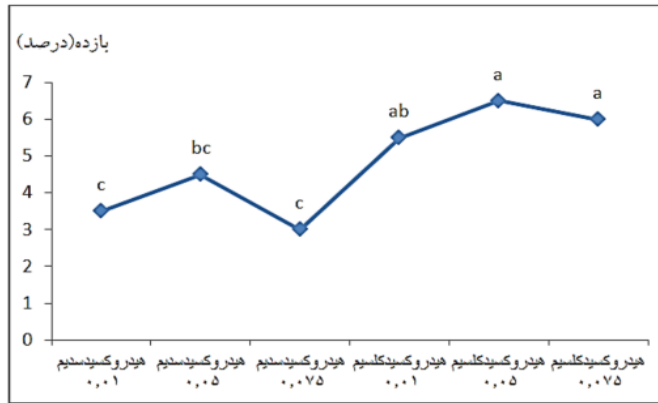
**رنگ**

در این تحقیق، فاکتورهای  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  در نمونه‌های ژلاتین مایع (۳٪ W/V) با استفاده از دستگاه هانتربل (Hunter Associates Laboratory Inc., Reston, VA, USA) بر مبنای روش تعیین شده در استاندارد سنجیده شد. فاکتور  $L^*$  به عنوان معیار روشنی رنگ،  $a^*$  قرمزی رنگ،  $b^*$  زردی رنگ را مشخص می‌کند (Jamilah & Harvinder, 2002).

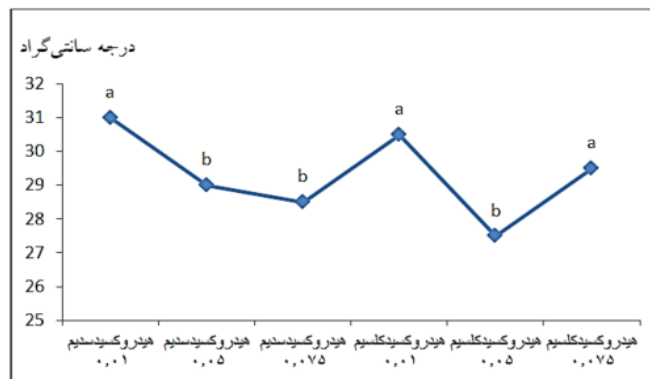
**آماده سازی نمونه و اجرای الکتروفورز**

غلظت ژلاتین بعد از سانتریفیوژ، به میزان ۲ mg/ml با آب مقطر تنظیم و به نسبت ۱:۱ (V/V) با بافر نمونه و به کمک ورتکس مخلوط شد. بعد از دناتوراسیون حرارتی مخلوط (به حجم ۱ میلی‌لیتر) به مدت ۵ دقیقه در ۹۰ درجه سانتی‌گراد، میکروتیوب‌ها به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شده و ۱۵  $\mu$ l از مخلوط نمونه ژلاتین و بافر نمونه و ۳۰  $\mu$ l از مارکر (استاندارد) با استفاده از سرنگ میکرو به چاهک‌ها تزریق شده، سپس کابل‌ها به الکتروود مربوطه وصل و الکتروفورز در ولتاژ ثابت ابتدایی ۵۰mv و سپس ۷۰mv انجام شد. زمانی که رنگ به یک سانتی‌متری انتهای شیشه رسید، جریان برق را قطع کرده و قالب شیشه‌ای از تانک الکتروفورز جدا شد. بعد از جدا کردن دو شیشه، ژل بالا را از ژل پایین جدا کرده و آن را دور می‌اندازیم. ژل پایین را به

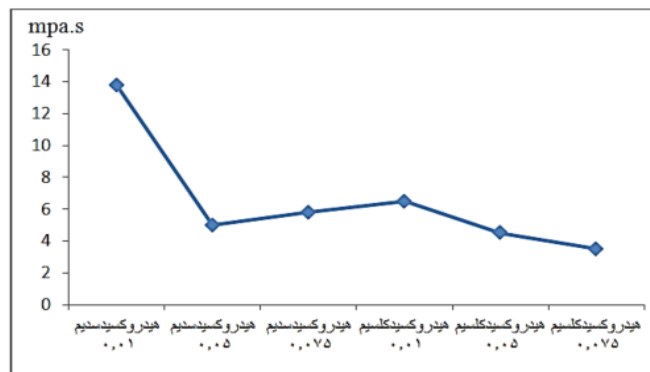
<sup>۱</sup> One- way analysis of variance



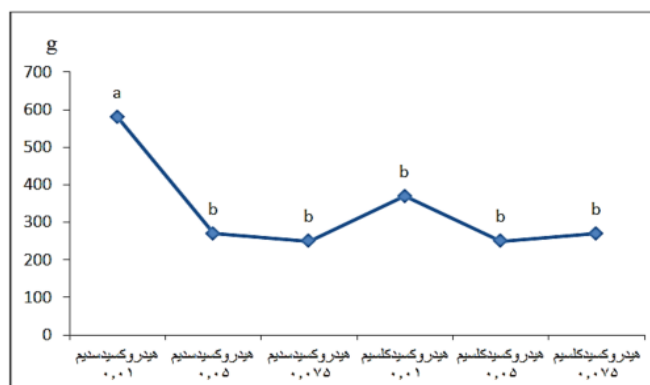
نمودار ۱- اثر غلظت قلیاها بر بازده استخراج در تیمارهای مختلف



نمودار ۲- اثر غلظت قلیاها بر نقطه ذوب در تیمارهای مختلف



نمودار ۳- اثر غلظت قلیاها بر ویسکوزیته در تیمارهای مختلف

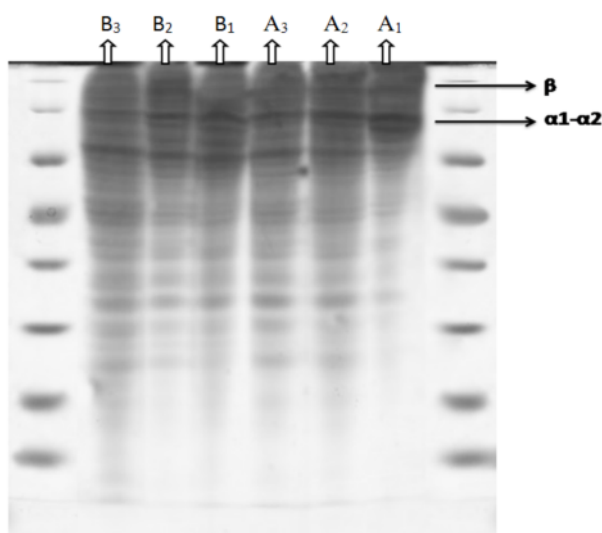


نمودار ۴- اثر غلظت قلیاها بر استحکام زل در تیمارهای مختلف

بررسی اثر پیش فرآوری با قلیا بر ویژگی‌های ژلاتین فیل ماهی ایرانی

جدول ۱- اثر غلظت قلیاها بر رنگ ژلاتین

L*	رنگ ژلاتین		تیماهای مختلف
	b*	a*	
۴۰/۶۹	۸/۸۵	-۴/۱۲	هیدروکسید سدیم ۰/۰۱
۳۳/۶۵	۱۰/۱۱	-۳/۱۷	هیدروکسید سدیم ۰/۰۵
۴۴/۷۹	۸/۹۷	-۴/۵۹	هیدروکسید سدیم ۰/۰۷۵
۳۵/۲۲	۸/۰۵	-۳/۴۳	هیدروکسید کلسیم ۰/۰۱
۳۱/۷۷	۵/۶۷	-۲/۶۸	هیدروکسید کلسیم ۰/۰۵
۳۸/۲۵	۸/۰۸	-۳/۷۶	هیدروکسید کلسیم ۰/۰۷۵



شکل ۲- الگوی الکتروفورز ژلاتین فیل ماهی در شرایط مختلف پیش فرآوری

A<sub>1</sub>: هیدروکسیدسدیم ۰/۰۱ A<sub>2</sub>: هیدروکسیدسدیم ۰/۰۵ A<sub>3</sub>: هیدروکسیدسدیم ۰/۰۷۵  
B<sub>1</sub>: هیدروکسید کلسیم ۰/۰۱ B<sub>2</sub>: هیدروکسید کلسیم ۰/۰۵ B<sub>3</sub>: هیدروکسید کلسیم ۰/۰۷۵ (نرمال)

به عنوان فاکتور مطلوب در هنگام بهینه‌سازی، در نظر گرفته شده است.

با بررسی اثر غلظت‌های مختلف هیدروکسیدسدیم و هیدروکسیدکلسیم بر روی بازده استخراج در نمونه‌های مورد بررسی مشاهده گردید که راندمان استخراج در غلظت‌های مختلف هیدروکسیدکلسیم بیشتر از غلظت‌های هیدروکسیدسدیم می‌باشد (نمودار ۲). سود نقش منفی بر روی بازده استخراج داشته و حجم محلول ژلاتین استحصال‌ی کاهش می‌یابد. این نتیجه در تطابق با نتایج گزارش شده توسط (Cho *et al.*, 2005) می‌باشد. به گزارش نالینان و همکاران، افزایش زمان پیش تورم بطور مستقیم با بازده استخراج در ارتباط است. با توجه به نمودارهای ۱ و ۲ مشاهده می‌گردد که بین بازده استخراج و نقطه ذوب رابطه معکوس وجود دارد. نمونه با بالاترین نقطه ذوب، پایین‌ترین راندمان را داراست.

ویسکوزیته دومین خاصیت مهم فیزیکی و تجاری

درجه سانتی‌گراد برآورد شده است که بیشتر از مقادیر گزارش شده برای پوست قزل‌آلای رنگین کمان ۲۳ درجه سانتی‌گراد (shahiri *et al.*, 2010)، پوست کاد ۸-۱۰ درجه سانتی‌گراد (Gudmundsson *et al.*, 1997)، هیک ۱۴ درجه، مگریم ۸/۱۸ درجه سانتی‌گراد (Gómez- Guillén *et al.*, 2005) و کپور علفخوار ۵/۱۹ درجه سانتی‌گراد (Ladislaus *et al.*, 2007) می‌باشد. نقطه ذوب ژلاتین استخراج شده از پوست گاو و خوک نیز به ترتیب ۲۳/۸ و ۲۵/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (Choi *et al.*, 2000) که پایین‌تر از نقطه ذوب ژلاتین در این تحقیق می‌باشد. نقطه ذوب بالای ژلاتین در این تحقیق می‌تواند مرتبط با مقدار بالای ایمینواسیدهای آن باشد (Choi *et al.*, 2000). با توجه به این که نقطه ذوب یکی از ویژگی‌های مهم ژلاتین می‌باشد و بالا بودن نقطه ذوب محدوده کاربرد ژلاتین بویژه در فرآورده‌های غذایی را افزایش می‌دهد بنابراین در تحقیق حاضر، نقطه ذوب بالا

ژلاتین ندارد.

با بررسی الگوی الکتروفورز نمونه‌های ژلاتین تحت شرایط مختلف پیش فرآوری، در تمامی نمونه‌ها زنجیره‌های الفا ۱ و الفا ۲ و بتا مشاهده گردید. در وزن مولکولی ۱۵۰ کیلو دالتون در تمامی تیمارها باند واضحی دیده شد. این امر حضور زنجیره‌های الفا ۱ و ۲ را در همه تیمارها نشان می‌دهد. با کاهش غلظت قلیا، میزان زنجیره‌هایی با وزن مولکولی بالا افزایش یافت (شکل ۱). در همه تیمارها باندهایی با وزن مولکولی بالاتر الفا ۱ مشاهده گردید. این امر در هیدروکسید سدیم ۰/۰۱ نرمال بیشتر نمود پیدا کرد. در این تیمار، زنجیره‌های بتا در محدوده ۲۰۰ کیلودالتون دیده شدند. این امر روند افزایش ویسکوزیته در این تیمار را تایید می‌کند. در تیمار هیدروکسید کلسیم ۰/۰۷۵ نرمال زنجیره‌هایی با وزن مولکولی بالا بسیار کم دیده می‌شود. در نمونه‌هایی با نقطه ذوب بالا، زنجیره‌های الفا ۱ و الفا ۲ بیشتری دیده شد. بالا بودن نقطه ذوب در ژلاتین با وزن زنجیره‌های مولکولی آن در ارتباط است (Ward et al., 1977).

### نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاضر، بهترین قلیا برای استخراج ژلاتین از پوست فیل ماهی ایرانی شامل هیدروکسید سدیم ۰/۰۱ نرمال بود و نمونه ژلاتین تولید شده در این شرایط، مقدار مطلوبی از بازده استخراج و همچنین نقطه ذوب، ویسکوزیته و استحکام ژل بالایی داشت. با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش پوست فیل ماهی ایرانی می‌تواند به طور مطلوبی برای تولید ژلاتین مورد استفاده قرار گیرد.

### منابع

- قنبرزاده، م. (۱۳۸۸). مبانی رئولوژی مواد و بیوپلیمرهای غذایی. انتشارات دانشگاه تهران، صفحات ۲۲۶-۲۳۱.
- Arnesen, J. A. & Gildberg, A. (2007). Extraction and characterisation of gelatine from Atlantic salmon (*Salmo salar*) skin. *Journal of Food Science*, 98, 53-57.
- Bailey, A. J., Paul, R. G. & Knott, L. (1998). Mechanisms of maturation and ageing of collagen. *Mechanisms of Ageing and Development. Food Hydrocolloids*. 106, 1-56.

ژلاتین است (Wasswa et al., 2007). در این تحقیق ویسکوزیته ژلاتین استخراج شده از پوست ماهی بلوگا در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و غلظت ۳٪ (w/v) در محدوده ۳/۱۴-۱۳/۲۹ قرار دارد. بر اساس شکل ۳ میزان بهینه ویسکوزیته ۱۳/۱۱ mpa.s برآورد شده، که این میزان در شرایط پیش‌فرآوری پوست با هیدروکسید سدیم ۰/۰۱ نرمال تخمین زده شده است. مقادیر ویسکوزیته ژلاتین تجاری بین ۲ تا ۷ mpa.s بری اکثر ژلاتین‌ها و بالای ۱۳ mpa.s برای انواع خاص است (Schrieber et al., 2007). در روند ویسکوزیته، پیوندهای هیدروژنی نقش مهمی داشته و باعث افزایش آن می‌گردند. همچنین فراکسیون زنجیره‌های با وزن مولکولی بالا با افزایش ویسکوزیته همراه است (Burrows & Rowlands, 2000). در این پژوهش مشاهده گردید که با افزایش غلظت قلیاها میزان ویسکوزیته کاهش می‌یابد (نمودار ۳).

قدرت ژل مهمترین ویژگی کیفی ژلاتین برای استفاده در صنایع مختلف می‌باشد (Regenestin & Zhou, 2005). مطالعات متعددی وجود دارد که قدرت ژل ژلاتین استخراج شده از گونه‌های مختلف را گزارش می‌کنند اما معمولا به دلیل اختلاف در نحوه آماده‌سازی نمونه‌ها، روش اندازه‌گیری قدرت ژل، دمای اندازه‌گیری و تجهیزات مورد استفاده، برخی از نتایج قابل مقایسه با یکدیگر نیستند (Regenstein & Boran, 2009). در این پژوهش بالاترین قدرت ژل اندازه‌گیری شده ۵۸۲ گرم بود که در تیمار هیدروکسید سدیم ۰/۰۱ مشاهده شد، با افزایش غلظت قلیاها قدرت ژل کاهش یافت (نمودار ۴). همچنین (Cho et al., 2005) گزارش کرده اند که افزایش غلظت قلیا از ۱٪ تا ۲٪ موجب افزایش و در غلظت‌های بالاتر از ۲٪ موجب کاهش قدرت ژل ژلاتین پوست تن زرد باله خواهد شد. (Noomhorm & Wangtueai, 2009) نیز در بررسی قدرت ژل ژلاتین فیل مارمولک ماهی (*Saurida spp*) گزارش داده اند که افزایش غلظت هیدروکسید سدیم از ۰/۵ تا ۰/۹٪ موجب کاهش قدرت ژل شده است.

در جدول ۱ به ترتیب تاثیر غلظت‌های مختلف قلیاها را بر قرمزی، زردی و روشنی ژلاتین‌های تولیدی را نشان می‌دهند. بر اساس جدول ۱ غلظت‌های مختلف قلیاها تاثیر معنی‌داری در قرمزی و زردی و روشنی رنگ نمونه‌های

- Boran, G. & Regenstein, J. M. (2009). Optimization of Gelatin Extraction from Silver Carp Skin. *Journal of Food Science*, 74,432-441.
- BS 755. (1975). British Standards Institution Specification for Gelatin. Pentonville Rd, London, UK.
- Cho, S. M. Gu, Y. S. & Kim, S. B. (2005). Extracting optimization and physical properties of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) skin gelatin compared to mammalian gelatins. *Food Hydrocolloids*, 19,221-229.
- Cho, S. M., Kwak, K. S., Park, D. C., Gu, Y. S., Ji, C. I., Jang, D. H., Lee, Y. B. & Kim, S. B. (2004). Processing optimization and functional properties of gelatin from shark (*Isurus oxyrinchus*) cartilage. *Food Hydrocolloids*, 18,573-579.
- Choi, S. S. & Regenstein, J. M. (2000). Physicochemical and sensory characteristics of fish gelatin. *Journal of Food science*, 65(2), 194-199.
- Gilsenan, P. M., Ross-Murphy, S. B. & Rheol, J. (2000). 44, 871-83.
- Giménez, B., Gómez-Guillén, M. C. & Montero, P. (2005). The role of salt washing of fish skins in chemical and rheological properties of gelatin extracted. *Food Hydrocolloids*, 19,951-975.
- Gómez-Guillén, M. C., Turnay, J., Fernández-Díaz, M. D., Ulmo, N., Lizarbe, M. A. & Montero, P. (2002). Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species: A comparative study. *Food Hydrocolloids*, 16, 25-34.
- Gudmundsson, M. & Hafsteinsson, H. (1997). Gelatin from cod skins as affected by chemical treatment. *Journal of Food science*, 62, 37-39.
- Jellouli, K., Balti, R., Bougatef, A., Hmidet, N., Barkia, A. & Nasri, M. (2011). Chemical composition and characteristics of skin gelatin from grey triggerfish (*Balistes capriscus*). *Food Science and Technology*, 44, 1965-1970.
- Ladislaus, M. K., Yan, X., Yao, W., Sun, D. H. & Qian, H. (2007). Optimization of gelatine extraction from grass carp (*Catenopharyngodon idella*) fish skin by response surface methodology. *Bioresource Technology*, 98, 3338-3343.
- Laemmli, U. K. (1970). Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* 227, 680-685.
- Liu, H. Y., Li, D. & Guo, S. (2007). Studies on collagen from the skin of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Food Chemistry*, 101,621-625.
- Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L. & Randall, R. J. (1951). Protein measurement with the folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 177,751-766.
- Motamedzadegan, A. & Regenstein, J. M. (2003). Extraction and characterization of gelatin from Alaska Pollock bone. *12th IUFoST conference*, 18-20 July.
- Rowlands, A. G. & Burrows, D. J. (2000). Enzyme method of manufacturing gelatin. *US patent*, PN, 6,100-381.
- Schrieber, R. & Gareis, H. (2007). Gelatine handbook. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. Pp: 163-218.
- Shahiri Tabarestani, H., Maghsoudlou, Y., Motamedzadegan, A. & Sadeghi Mahoonak, A. R. (2010). Optimization of physicochemical properties of gelatin extracted from fish skin of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *Bioresource Technology*. 101, 6207-6214.
- Ward, A. G. & Courts, A. (1977). The science and technology of gelatin. academic press.
- Wangtueai, S. & Noomhorm, A. (2009). Processing optimization and characterization of gelatin from lizardfish (*Saurida* spp.) scales. *LWT-Food Science and Technology*, 42,825-834.
- Wasswa, J., Tang, J. & Gu, X. (2007). Utilization of Fish Processing By-Products in the Gelatin Industry. *Food Reviews International*, 23, 156-174.
- Yang, H., Wang, Y., Jiang, M., Oh, J. H., Herring, J. & Zhou, P. (2007). 2-step optimization of the extraction and subsequent physical properties of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) skin gelatin. *Journal of Food Science*, 72, 188-195.
- Yata, M., Yoshida, C., Fujisawa, S., Mizuta, S. & Yoshinaka, R. (2001). Identification and characterization of molecular species of collagen in fish skin. *Journal of Food science*, 6, 247-251.
- Zhou, P. & Regenstein, M. (2005). Effects of Alkaline and Acid Pretreatments on Alaska Pollock Skin Gelatin Extraction. *Food Chemistry and Toxicology*, 70, 392-396.