بررسی خصوصیات بافتی ژل های ایزوله پروتئین ماهی و سوریمی تهیه شده از ماهی کپور

مرضیه موسوی نسب[۱،۲*]، محسن آزادیان[۳]، عسگر فرحناکی[۲]، الهه عابدی[۳]

۱- رئیس گروه پژوهشی فرآوری آبزیان، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

۲- دانشیار بخش علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۳- دانشجوی پیشین کارشناسی ارشد بخش علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

(تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۲۰)

چکیده

هدف از این تحقیق تولید پروتئین ایزوله ماهی و سوریمی از ماهی کپور معمولی که نسبتاً ارزان قیمت و کم مصرف می باشد و بررسی خصوصیات بافتی ژل تهیه شده از آن ها بود. پروتئین ایزوله ماهی توسط تغییر pH در pH های اسیدی (۲/۵ و ۳/۵) و بازی (۱۱و ۱۲) تهیه شد. برای تولید سوریمی از سه مرحله شستشو استفاده گردید که در مرحله سوم شستشو از ۰/۲ ٪ نمک طعام برای خروج بیشتر آب استفاده شد. نتایج نشان داد که راندمان تولید پروتئین ایزوله ماهی به طور معنی داری ($P<۰/۰۵$) بیشتر از سوریمی بود که دلیل آن حذف پروتئین های محلول طی مراحل تهیه سوریمی است و در بین پروتئین های ایزوله ماهی، پروتئین ایزوله تولیدی توسط pH های اسیدی راندمان تولید بالاتری را دارا بود. میزان بازیافت پروتئین محصول پروتئین ایزوله ماهی نسبت به سوریمی مقادیر بالاتری را نشان داد. بر اساس نتایج به دست آمده از آزمایشات بافت سنجی، ژل ایزوله پروتئین ماهی دارای بافت قوی تری نسبت به سوریمی بود. در بین نمونه های ایزوله پروتئین ماهی، نمونه تهیه شده در pH ۱۱ دارای سفت ترین بافت بود. تولید بافت سفت‌تر و فرایند تولید آسان تر ایزوله پروتئین ماهی نسبت به سوریمی از یافته های این تحقیق بود.

کلید واژگان: ماهی کپور، ایزوله پروتئین ماهی، سوریمی، تست کریپ

* مسئول مکاتبات: marzieh.moosavi-nasab@mail.mcgill.ca

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-31]

۱- مقدمه

نیاز به پروتئین ماهی در سراسر جهان بدلیل بالا رفتن آگاهی مردم نسبت به ارزش تغذیه‌ای ماهی روز به روز در حال افزایش است تا جایی که نمی‌تواند تنها توسط منابع سنتی و رایج تأمین گردد و این نیاز زیاد باعث صید بی‌رویه آبزیان گردیده است. از آنجا که این منابع محدود می‌باشد لذا به یک مداخله و مدیریت صحیح توسط دولت نیاز است تا جهت جلوگیری از انقراض گونه‌های ماهی در منطقه اقدامات لازم به عمل آید. با وجود این، مشکلات مدیریتی در برخی کشورها باعث کاهش ذخیره آبزیان در منطقه شده است. قبلا تحقیقاتی در تولید سوریمی به روش شستشوی متعدد انجام شده است که در این روش به دلیل حذف پروتئین های محلول بازدهی پایین است. اما در تولید ایزوله پروتئین ماهی به روش تغییر pH تمام انواع پروتئین ها استحصال می گردد. با تبدیل ماهی‌های ارزان و کم مصرف به فرآورده‌های دارای ارزش افزوده مانند سوریمی و یا ایزوله پروتئین ماهی، نه تنها می‌توان ضایعات محصولات دریایی را به حداقل رساند، بلکه از اتلاف منابع غنی پروتئینی نیز جلوگیری کرد و کمک مؤثری به اقتصاد جامعه نمود [۱].

۲- مواد و روش ها

۲-۱- تهیه پروتئین ایزوله شده ماهی به روش تغییر pH

ابتدا ماهی ها سر و باله زنی شده و پس از تمیز کردن، بخوبی شسته شدند تا آلودگی های آن تا حدودی رفع گردد. بعد از آن ماهی ها به صورت فیله در آورده شدند. سپس گوشت ماهی با مش ریز چرخ گردید. ظریف بودن بافت گوشت ماهی چرخ شده از این لحاظ مهم بود که پروتئین ها می بایست در آب اسیدی یا بازی شده حل می شد. برای این کار از ۶ برابر وزنی آب استفاده شد و پس از مخلوط کردن گوشت چرخ شده ماهی با آب، مخلوط هموژن گردید. سپس جهت انحلال پروتئین های ماهی در روش بازی، از pH های ۱۱ و ۱۲ و در روش اسیدی از pH های ۲/۵ و ۳/۵ استفاده شد. بدین معنی که ۴ نوع محصول تهیه شد که در تهیه هر کدام جهت انحلال پروتئین ها، یکی از این چهار pH اعمال گردید. پس از انحلال کامل پروتئین ها، از سانتریفوژ g ×۱۰۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه برای رسوب و جداسازی مواد نامحلولی همچون پوست، استخوان، فلس و ناخالصیها استفاده شد. بخش محلول که حاوی پروتئین ها و دیگر مواد محلول بود، جدا گشت و pH آن به pH ایزوالکتریک پروتئین های ماهی (۵/۵) رسانده شد تا تمام پروتئین های ماهی، اعم از پروتئین های میوفیبریلار و همچنین پروتئین های سارکوپلاسمیک رسوب کردند. سپس از سانتریفیوژ g ×۱۰۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه برای جداسازی پروتئین ها که همان پروتئین ایزوله شده ماهی است، استفاده شد. از آنجا که پروتئین ها در نقطه ایزوالکتریک بودند، با یک فشار مکانیکی بخش زیادی از آب گیر افتاده در آن خارج شد.

۲-۲- تهیه سوریمی به روش سنتی

محتویات شکمی ماهی را تخلیه کرده و پوست و استخوان آن کاملا جدا شد. سپس ماهی ها شسته شدند و گوشت خالص ماهی با شبکه ۴ میلی متری چرخ گوشت، چرخ گردید. سپس سه مرتبه آن را با آب سرد شسته که در هر بار حجم آب مصرفی ۴ برابر وزن گوشت چرخی ماهی بود. در شستشوی مرحله سوم، ۰/۲ درصد کلرید سدیم برای خروج بهتر آب اضافه گردید. هر مرحله شستشو (خیساندن در آب) ۵ دقیقه طول کشید که طی این مدت، به طور دائم مخلوط گوشت چرخی ماهی و آب توسط همزن به هم زده شد و بعد از هر بار شستشو، مرحله آبگیری انجام شد [۱و۲].

۲-۳- راندمان تولید محصولات

راندمان تولید محصول با توجه به نسبت میزان گرم محصول تولیدی به میزان گرم ماده اولیه اندازه گیری شد [۳].

۲-۴- اندازه گیری پروتئین

درصد پروتئین کل با روش کلدال اندازه گیری شد. درصد پروتئین از روی میزان نیتروژن با استفاده از ضریب تبدیل ۶/۲۵ محاسبه گردید [۳].

۲-۵- تعیین خصوصیات بافتی ژل

۲-۵-۱- تست کریپ

تست کریپ بر روی نمونه ها با استفاده از دستگاه TA-XT2i Texture Analyzer صورت گرفت. ابتدا ژل محصولات تهیه شده از پوشش مخصوص سوسیس در آورده شدند و به ارتفاع ۱ سانتی متر برش خوردند. پروب دستگاه با قطر ۲/۵ سانتیمتر و با سرعت ۰/۲ میلی متر بر ثانیه حرکت

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-31]

کرده و تا ۲۰ درصد ارتفاع اولیه به نمونه فشار وارد کرد، سپس فشار از طرف دستگاه متوقف شده و اجازه داده شد تا نمونه در حین بازگشت به حالت اولیه به پروب فشار وارد کند. این تست نسبت حالت ویسکوزیته به الاستیسیته خمیر را نشان می دهد.

۲-۵-۲- آزمایش Texture Profile Analysis (TPA)

آزمایش TPA با کمک دستگاه TA-XT2i Texture Analyzer برای آنالیز بافت ژل انجام شد. ابتدا ژل محصولات تهیه شده از پوشش مخصوص سوسیس درآورده شدند و به ارتفاع ۱ سانتی متر برش خوردند. نمونه ها توسط پروب دستگاه با قطر ۲/۵ سانتی متر، ۲ بار تا ۲۰٪ ارتفاع اولیه با سرعت ثابت و پایدار ۳ میلیمتر بر ثانیه کمپرس شدند، پارامترهایی که تعیین شد شامل سختی (بیشترین نیرو در اولین مرحله فشردن)، پیوستگی (مساحت نیروی مثبت فشردن مرحله دوم به مرحله اول)، فنریت (مسافتی که در طی زمان ماده غذایی ارتفاع اولیه خود را بازیابی می کند)، صمغی بودن (سختی × پیوستگی)، مقاومت به جویدن (صمغی بودن × فنریت) بودند.

۲-۵-۳- طرح آماری

برای انجام آنالیز داده ها از طرح کاملا تصادفی استفاده شد. به منظور تعیین اختلاف بین میانگین اعداد (حداقل سه تکرار برای هر آزمایش)، پس از آنالیز واریانس، از آزمون دانکن استفاده گردید. در تمام مراحل، تجزیه و تحلیل آماری داده ها، با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۳ صورت گرفت.

۳- نتیجه گیری و بحث

۱- ۳- راندمان تولید محصولات

در تهیه نمونه های پروتئین ایزوله شده ماهی از طریق تغییر pH و نمونه های سوریمی، از ماهی کپور معمولی استفاده شد که بازدهی تولید محصول در جدول ۱ مشاهده می شود.

جدول۱ بازدهی تولید نمونه های ایزوله پروتئین ماهی و سوریمی

نمونه	راندمان(٪)
FPI، تهیه شده در pH ۲/۵	۸۴/۵۶±۲/۳۹ [c]
FPI، تهیه شده در pH ۳/۵	۸۱/۱۸±۲/۷۷ [c]
FPI، تهیه شده در pH ۱۱	۷۴/۸۴±۲/۳۲ [b]
FPI، تهیه شده در pH ۱۲	۷۲/۶۷±۱/۴۸ [b]
سوریمی (کنترل)	۵۴/۱۱±۱/۸۸ [a]

*هر عدد میانگین سه تکرار (±SD) است.

** حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار بین میانگین ها می باشد (P<۰/۰۵).

همان طور که نتایج جدول ۱ نشان می دهد، بیشترین راندمان تولید، مربوط به پروتئین ایزوله شده ماهی به روش اسیدی بود. راندمان تولید پروتئین ایزوله شده ماهی به روش اسیدی به طور معناداری از ایزوله پروتئین ماهی به روش بازی بیشتر بود. دلیل این امر مربوط می شود به افزایش ناگهانی غلظت مخلوط پروتئینی، در اثر اعمال pH های بالا که باعث تشکیل یک لایه پروتئینی بر روی رسوب ناخالصی ها شد، که در پایان سانتریفیوژ مرحله اول مشاهده شد [۱].

راندمان تولید ایزوله پروتئین ماهی به هر دو روش اسیدی و بازی، به طور معنا داری از راندمان تولید سوریمی به روش شستشو بیشتر بود. دلیل این امر این است که در تولید سوریمی به روش سنتی، پروتئین های سارکو پلاسمی و نیز مقداری پروتئین های میوفیبریلار از طریق شستشو حذف می شوند. این در صورتی است که در تهیه ایزوله پروتئین ماهی به روش تغییر pH، پروتئین های سارکو پلاسمی حذف نمی شوند و مراحل پر تنش شستشو که باعث حذف برخی از پروتئین های میوفیبریلار می شود، وجود ندارد.

طبق گزارشات باتیستا و همکاران در سال ۲۰۰۳، بازدهی تکنیک های سنتی در صنایع شیلاتی در تهیه محصولات آبزیان، نسبتا پایین است و بخش اعظمی از فراورده های جنبی دور ریخته می شود. در فرایند تهیه فیله ماهی، کمتر از ۴۰ درصد از بافت های ماهی بازیافت شده و مورد مصرف انسان قرار می گیرد. از این جهت، این روش جدید به منظور افزایش بازدهی پروتئین از گونه های مختلف آبزیان ابداع گردید. این روش می تواند برای انواع ماهی و فراورده های جانبی آبزیان مورد استفاده قرار گرفته و از آنجا که کمترین میزان پروتئین در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-31]

فاضلاب آن موجود است، دارای راندمان بالاتری نسبت به سایر روش ها می باشد [۴].

در سال ۲۰۰۴، اینگادوتیر طی تحقیقات خود بر روی تهیه پروتئین ایزوله شده ماهی تیلیپا (Tilipa)، بیان کرد که بیشترین میزان راندمان مربوط به روش بازی است. این در صورتی است که کریستینسون و لیانگ در سال ۲۰۰۶ بیان کردند که تهیه ایزوله پروتئین ماهی آتلانتیک کراکر (Atlantic croaker) به روش اسیدی نسبت به سایر روش ها دارای بالاترین میزان راندمان است [۵].

با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیقات، می توان چنین نتیجه گرفت که گونه ماهی تاثیر زیادی در میزان بهره وری در تهیه محصول ایزوله پروتئین ماهی به روش تغییر pH دارد.

۲-۳- میزان پروتئین

درصد پروتئین نمونه های ایزوله پروتئین ماهی و سوریمی در ابتدا اندازه گیری شد. نتایج به دست آمده در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲ درصد پروتئین نمونه های ایزوله پروتئین ماهی، سوریمی و گوشت چرخ شده ماهی

نمونه	درصد پروتئین بر اساس وزن خشک
FPI، تهیه شده در pH ۲/۵	۷۸/۹۳ (±۳/۱۳) [d]
FPI، تهیه شده در pH ۳/۵	۷۵/۴۸ (±۲/۴۵) [cd]
FPI، تهیه شده در pH ۱۱	۷۳/۸۱ (±۲/۰۹) [cd]
FPI، تهیه شده در pH ۱۲	۷۰/۱۶ (±۲/۹۵) [bc]
سوریمی (کنترل)	۶۷/۳۹ (±۲/۲۳) [b]
ماهی	۶۴/۵۲ (±۱/۹۲) [a]

*هر عدد میانگین سه تکرار (±SD) است.

** حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار بین میانگین ها می باشد (P<۰/۰۵).

همان طور که نتایج موجود در جدول ۲ نشان می دهد، پروتئین سوریمی خام به طور معنا داری از پروتئین نمونه های ایزوله پروتئین ماهی کمتر بود (P<۰/۰۵). علت این تفاوت در نوع فرایند تهیه این محصولات است. در تولید سوریمی از چندین مرحله شستشو جهت خارج سازی پروتئین های سارکو پلاسمی استفاده شد و این در حالیست که پروتئین های سارکوپلاسمی در تهیه ایزوله پروتئین ماهی در محصول باقی ماندند. همچنین تمام ناخالصی های ماهی مانند پوست و استخوان و مواد غیر پروتئینی در طی ۲ مرحله سانتریفیوژ، در تهیه ایزوله پروتئین ماهی حذف شدند و این باعث تغلیظ پروتئین محصول شد. چنین مراحلی در طی فرایند تولید سوریمی به روش سنتی وجود ندارد.

در سال ۲۰۰۷، چن و جانسزیسکی از هر دو روش اسیدی و بازی جهت تهیه ایزوله پروتئین ماهی کریل (Krill) استفاده کردند و بیشترین میزان پروتئین را در محصول تهیه شده با استفاده از روش اسیدی و به میزان ۷۱/۵ درصد مشاهده کردند [۶].

۳-۳- ارزیابی بافت نمونه های ژل حرارت دیده ایزوله پروتئین ماهی و سوریمی

بافت نمونه های ژل حرارت دیده ایزوله پروتئین ماهی و ژل سوریمی پس از تولید مورد ارزیابی بافت قرار گرفتند. نتایج به دست آمده شامل سفتی نمونه (Hardness)، پیوستگی نمونه (Cohesiveness)، فنریت (Springiness)، صمغی بودن (Gumminess)، مقاومت به جویدن (Chewiness) و میزان الاستیک بودن (Elasticity) نمونه بود که در جداول ۳ تا ۸ نشان داده شده است.

جدول ۳ میزان سفتی (Hardness) ژل نمونه های ایزوله پروتئین ماهی و ژل سوریمی

ژل حرارت دیده نمونه ها	سفتی نمونه ها (نیوتن)
FPI، تهیه شده در pH ۲/۵	۳۱/۵۹±۲/۱۱ [a]
FPI، تهیه شده در pH ۳/۵	۶۵/۵۲±۳/۰۷ [c]
FPI، تهیه شده در pH ۱۱	۸۳/۲۷±۲/۱۹ [d]
FPI، تهیه شده در pH ۱۲	۴۹/۶۹±۳/۱۲ [b]
ژل سوریمی (کنترل)	۳۰/۹۱±۱/۹۱ [a]

*هر عدد میانگین سه تکرار (±SD) است.

** حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار بین میانگین ها می باشد (P<۰/۰۵).

جدول ۴ میزان پیوستگی (Cohesiveness) ژل حرارت دیده نمونه های ایزوله پروتئین ماهی و ژل سوریمی

ژل حرارت دیده نمونه ها	درصد پیوستگی
FPI، تهیه شده در pH ۲/۵	۸۷/۴۸±۲/۶۰ [b]
FPI، تهیه شده در pH ۳/۵	۷۷/۴۳±۰/۲۲ [b]
FPI، تهیه شده در pH ۱۱	۸۴/۲۸±۲/۸۵ [b]
FPI، تهیه شده در pH ۱۲	۸۱/۶۵±۱/۸۷ [b]
ژل سوریمی (کنترل)	۶۶/۷۲±۰/۷۲ [b]

*هر عدد میانگین سه تکرار (±SD) است.

** حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار بین میانگین ها می باشد (P<۰/۰۵).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-31]

جدول ۵ میزان فنریت (Springiness) ژل نمونه های ایزوله پروتئین ماهی و ژل سوریمی

ژل حرارت دیده نمونه ها	فنریت
FPI، تهیه شده در pH ۲/۵	۱/۰۰±۰/۰۰ [a]
FPI، تهیه شده در pH ۳/۵	۱/۰۰±۰/۰۰ [a]
FPI، تهیه شده در pH ۱۱	۱/۰۰±۰/۰۰ [a]
FPI، تهیه شده در pH ۱۲	۰/۹۹±۰/۰۰ [a]
ژل سوریمی (کنترل)	۰/۹۹±۰/۰۰ [a]

*هر عدد میانگین سه تکرار (±SD) است.

** حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار بین میانگین ها می باشد (P<۰/۰۵).

جدول ۶ میزان صمغی بودن (Gumminess) ژل ایزوله پروتئین ماهی و ژل سوریمی

ژل حرارت دیده نمونه ها	صمغی بودن
FPI، تهیه شده در pH ۲/۵	۲۷/۶۳±۳/۲۹ [a]
FPI، تهیه شده در pH ۳/۵	۵۰/۷۳±۳/۰۸ [c]
FPI، تهیه شده در pH ۱۱	۷۰/۱۷±۱/۴۱ [d]
FPI، تهیه شده در pH ۱۲	۴۰/۵۷±۲/۴۹ [b]
ژل سوریمی (کنترل)	۲۰/۶۲±۲/۰۶ [a]

*هر عدد میانگین سه تکرار (±SD) است.

** حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار بین میانگین ها می باشد (P<۰/۰۵).

جدول ۷ میزان مقاومت به جویدن (Chewiness) ژل نمونه های ایزوله پروتئین ماهی و ژل سوریمی

ژل حرارت دیده نمونه ها	(Chewiness) مقاومت به جویدن
FPI، تهیه شده در pH ۲/۵	۲۷/۶۳±۳/۲۹ [a]
FPI، تهیه شده در pH ۳/۵	۵۰/۷۳±۳/۰۸ [c]
FPI، تهیه شده در pH ۱۱	۷۰/۱۷±۱/۴۱ [d]
FPI، تهیه شده در pH ۱۲	۴۰/۱۶±۲/۵۰ [b]
ژل سوریمی (کنترل)	۲۰/۴۱±۲/۰۷ [a]

*هر عدد میانگین سه تکرار (±SD) است.

** حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار بین میانگین ها می باشد (P<۰/۰۵).

جدول ۸ میزان الاستیک بودن (Elasticity) ژل نمونه های ایزوله پروتئین ماهی و ژل سوریمی

ژل حرارت دیده نمونه ها	درصد الاستیک بودن نمونه ها
FPI، تهیه شده در pH ۲/۵	۳۶/۸۹±۲/۴۳ [b]
FPI، تهیه شده در pH ۳/۵	۴۴/۱۸±۰/۹۳ [d]
FPI، تهیه شده در pH ۱۱	۴۶/۲۹±۱/۴ [e]
FPI، تهیه شده در pH ۱۲	۳۷/۳۶±۳/۶۱ [c]
ژل سوریمی (کنترل)	۳۲/۹۱±۱/۹۱ [a]

*هر عدد میانگین سه تکرار (±SD) است.

** حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار بین میانگین ها می باشد (P<۰/۰۵).

همان طور که نتایج مربوط به بافت سنجی نشان می دهد، نمونه ایزوله پروتئین ماهی تهیه شده در pH ۱۱، دارای بیشترین میزان سفتی و دیگر پارامتر های مربوط به سفتی بود. دلیل این اختلاف سفتی در بین نمونه ها را می توان به باز شدن ساختار پروتئین و در معرض قرار گرفتن بیشتر گروهای فعال ربط داد. به این معنی که در pH ۱۱ بهترین شرایط در تغییر ساختار فضایی پروتئین صورت گرفته و پیوند های قوی تری بین پروتئین های این گونه ماهی در اثر اعمال pH بالا صورت گرفته است [۱۵].

هالتین و همکاران در سال ۲۰۰۵ دلیل استحکام بیشتر ژل ایزوله پروتئین ماهی نسبت به ژل سوریمی تهیه شده به روش سنتی را تغییر در ساختار فضایی پروتئین و در معرض قرار گرفتن بیشتر گروه های فعال و همچنین توزیع بهتر بار بر روی مولکول پروتئین، بخصوص در تیمار های بازی بیان کردند [۱۵].

در مطالعه ای تاورچینسامبات و پارک در سال ۲۰۰۷ طی تحقیقات خود در مقایسه بافت سوریمی و ایزوله پروتئین ماهی نتایج مشابهی گرفتند. آن ها دلیل استحکام بیشتر بافت ژل پروتئین ایزوله شده ماهی نسبت به ژل سوریمی تهیه شده به روش سنتی را تغییر در ساختار فضایی پروتئین در طی تغییر pH و توزیع بهتر بار در سطح مولکول پروتئین و همچنین باز شدن جزئی پروتئین و در نتیجه افزایش فعالیت گروه های تیول و همچنین بیشتر در معرض قرار گرفتن گروه های هیدرو فوب بیان کردند [۷].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-31]

برخی گزارشات نیز نشان می دهد که پروتئین های سارکوپلاسمی در تشکیل ژل توسط پروتئین های میوفیبریلار نقش مثبتی را ایفا کرده و در تشکیل ژل نقش مثبتی دارد [۱].

در تحقیقی کورتس- لوییس و همکاران در سال ۲۰۰۱ پارامتر های بافتی مختلفی را جهت مقایسه سوریمی تهیه شده به روش سنتی و پروتئین ایزوله شده به روش اسیدی از ماهی ساردین تازه و ماهی ساردینی که ۵ روز در مخلوط یخ نگهداری شده بود را آزمایش کردند. نتایج به دست آمده پیوستگی (Cohesiveness)، الاستیسیته و انعطاف پذیری (Folding test) نشان داد که با کیفیت ترین ژل مربوط به سوریمی تهیه شده به روش سنتی و بعد از آن پروتئین ایزوله شده ماهی به روش اسیدی از ماهی ساردین تازه و در آخر پروتئین ایزوله شده ماهی ساردین انبار شده بود. نتایج Folding test تفاوت کمی را بین نمونه سوریمی (۴/۸±۰/۳) و پروتئین ایزوله شده ماهی تازه (۴/۵±۰/۴) نشان داد. آزمایش سفتی بافت (Hardness) نشان داد که بیشترین سفتی مربوط به پروتئین ایزوله شده ماهی ساردینی که ۵ روز در مخلوط یخ نگهداری شده به روش اسیدی بود که واکنش های پروتئین- پروتئین بالای آن دلیل این سفتی بافت بیان شد [۸].

در طی تحقیقات چوی و پارک در سال ۲۰۰۲، مشخص شد که ایزوله پروتئین ماهی به روش اسیدی دارای بافت محکم تری نسبت به سوریمی تهیه شده با ۱ مرحله شستشو و بافت ضعیف تری نسبت به سوریمی تهیه شده با ۳ مرحله شستشو است [۹].

در سال ۲۰۰۳ کریستینیون و دمیر در مطالعه ای که روی ۴ گونه مختلف ماهی گرمابی انجام و به روش تغییر pH سوریمی و ایزوله پروتئین ماهی تهیه و توسط آزمایش Oscillatory torsion مقایسه شدند، نشان دادند که بهترین کیفیت ژل مربوط به ژل ایزوله پروتئین به روش بازی است. آن ها دلیل قوی تر بودن ژل ایزوله پروتئین به روش بازی نسبت به ژل ایزوله پروتئین به روش اسیدی را فعالیت کمتر پروتئازی در حین و بعد از فرایند بیان کردند [۱۰].

در طی تحقیقی آندلند و همکاران در سال ۲۰۰۲ گزارش کردند که روش اسیدی در تهیه ایزوله پروتئین ماهی تاثیرات تجزیه ای زیادی روی میوزین با زنجیره سنگین و اکتین می گذارد و در تهیه محصولاتی همچون کامابوکو بهتر است از روش بازی در ایزوله کردن پروتئین استفاده گردد [۱۱].

در سال ۲۰۰۳ کیم و همکاران آزمایشاتی در تهیه پروتئین ایزوله شده ماهی به روش تغییر pH انجام دادند. آن ها از pH های ۲، ۳، ۱۱ و ۱۲ جهت انحلال پروتئین ها استفاده کردند و نتایج مشابهی گرفتند. آن ها نشان دادند که قوی ترین بافت مربوط به ایزوله پروتئین ماهی که از pH ۱۱ جهت محلول سازی پروتئین ها استفاده شده بود، می باشد. بعد از آن قوی ترین ژل مربوط به انحلال در pH ۲ و ضعیف ترین ژل مربوط به انحلال پروتئین در pH ۱۲ بود [۱۲].

در سال ۲۰۰۴ یانگساواتدیگول و پارک، طی تحقیقاتی که روی ایزوله پروتئین ماهی و سوریمی از صخره ماهی (Rockfish) انجام دادند، نیروی شکست (Breaking force) و نقطه تغییر شکل (Deformation value) ژل ایزوله پروتئین ماهی به روش تغییر pH، ژل گوشت چرخ شده ماهی و ژل سوریمی تهیه شده با ۳ مرحله شستشو را بررسی کردند. نیروی شکست و نقطه تغییر شکل نشان داد که ژل ایزوله پروتئین ماهی تهیه شده به روش بازی قوی تر از ژل سوریمی و ژل تهیه شده از گوشت چرخ شده ماهی است. ایزوله پروتئین ماهی تهیه شده به روش اسیدی دارای ضعیف ترین ساختار ژل بود [۱۳].

در سال ۲۰۰۷ تاورچینسامبات و پارک، تاثیر همزمان pH و قدرت یونی در حین انحلال پروتئین ها در تشکیل ژل ایزوله پروتئین ماهی پاسفیک- وایتینگ (Pacific whiting) و مقایسه آن با سوریمی تهیه شده به روش سنتی را مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج به دست آمده، قوی ترین ژل مربوط به ایزوله پروتئین ماهی به روش بازی تهیه شده در pH ۱۱ و با قدرت یونی ۱۵۰ mM کلرید سدیم بود [۷].

در تحقیقی پرز-ماتیوس و همکاران در سال ۲۰۰۴، خصوصیات بافتی ایزوله پروتئین ماهی آتلانتیک کراکر (Atlantic croaker) به هر دو روش اسیدی و بازی را با سوریمی حاصل از این گونه ماهی، مورد مقایسه قرار دادند. آن ها جهت تهیه ژل پخته شده از حمام آب ۹۰ درجه سانتی گراد و به مدت ۲۰ دقیقه استفاده کردند. طبق نتایج به دست آمده، قوی ترین ژل مربوط به ژل ایزوله پروتئین ماهی به روش بازی و بعد از آن ژل ایزوله پروتئین ماهی به روش اسیدی و در آخر ژل سوریمی بود [۱۴].

ارزیابی کلی نتایج بافت سنجی نمونه ها نشان می دهد که نمونه های ایزوله پروتئین ماهی دارای ژل قوی تر و دارای

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-31]

ساختار محکمتری از نمونه سوریمی بودند. این برتری از این لحاظ غیر منتظره بود که در ایزوله پروتئین ماهی ، پروتئین های میوفیبریلار دارای غلظت کمتری در نمونه هستند (به این دلیل که در تهیه ایزوله پروتئین ماهی بر خلاف تهیه سوریمی به روش سنتی، پروتئین های سارکوپلاسمی حذف نمی شود).

۴- نتیجه گیری کلی

ایزوله پروتئین ماهی و سوریمی هر دو محصولات حد واسطی هستند که در تهیه محصولات دیگر بر پایه تشکیل ژل استفاده می شوند. ایزوله پروتئین ماهی و سوریمی دارای فرایند نسبتاً ساده ای هستند، ارزش تغذیه ای مناسب و قدرت تشکیل ژل بالایی دارند. تفاوت تولید ایزوله پروتئین ماهی و سوریمی به روش سنتی در این است که در تهیه ایزوله پروتئین ماهی تمام انواع پروتئین های ماهی قابل بازیافت و استفاده است اما در تهیه سوریمی به روش سنتی پروتئین های سارکوپلاسمی توسط شستشو حذف می شوند.طبق آزمایشات انجام شده، بازدهی تولید ایزوله پروتئین ماهی نسبت به بازدهی تولید سوریمی به روش سنتی بالاتر بود و در بین نمونه های ایزوله پروتئین ماهی ، نمونه تولید شده در pH ۲/۵ دارای بالاترین میزان بازدهی محصول بود ($P<۰/۰۵$). اندازه گیری میزان پروتئین های ایزوله پروتئین ماهی و سوریمی نشان داد که راندمان بازیافت پروتئین در تمام نمونه های پروتئین ایزوله شده ماهی از نمونه سوریمی بیشتر بود ($P<۰/۰۵$). این موضوع را می توان یک مزیت مهم ایزوله پروتئین ماهی نسبت به سوریمی تهیه شده به روش سنتی دانست. در بین نمونه های ایزوله پروتئین ماهی نیز نمونه تولید شده به وسیله pH ۲/۵ دارای بالاترین میزان راندمان بازیافت پروتئین بود. ارزیابی نتایج بافت سنجی نشان می دهد که تمام نمونه های ژل ایزوله پروتئین ماهی دارای بافت محکم تر و استحکام ژل بیشتری نسبت به ژل سوریمی بودند ($P<۰/۰۵$). دلیل این امر را می توان به تغییرات ساختار فضایی پروتئین ها و توزیع بهتر بار در نمونه های ایزوله پروتئین ماهی و همچنین باز شدن جزئی ساختار پروتئین و در معرض قرار گرفتن بیشتر برخی گروه های فعال در اثر تیمار های اسیدی و بازی بیان کرد. در بین نمونه های ایزوله پروتئین ماهی ، نمونه تهیه شده در pH ۱۱ دارای مستحکم ترین بافت بود ($P<۰/۰۵$). طبق نتایج به دست آمده می توان گفت ماهی کپور معمولی در تولید ایزوله پروتئین ماهی با قدرت تشکیل ژل بالا و بافت سفت، مناسب می باشد.

۵- منابع

[1] Park, J. W. (2005). Surimi seafood: products, markets, and manufacturing. In: Park, J. W. editor, Surimi and Surimi Seafood, Boca Raton: Taylor and Francis Group, 375-434.

[2] Moosavi-Nasab, M, Alli I, Ismail A. and Ngadi, M.O. 2005. Protein structural changes during preparation and storage of surimi. J. Food Sci. 70, 448-453.

[3] AOAC. (1980). Official Methods of Analysis. Assoc. of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

[4] Batista, I., Mendes, R., Nelhas, R., Pires, C. (2003). Proteins from sardine and blue whiting recovered by new extraction techniques: Icelandic Fisheries Laboratories, 276–278

[5] Ingadottir, B. (2004). The use of acid and alkali-aided protein solubilisation and precipitation methods to produce functional protein ingredients from Tilapia, Master Thesis, University of Florida.

[6] Chen, Y. C., Jaczynski, J. (2007). Protein recovery from rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) processing byproducts via isoelectric solubilization/precipitation and its gelation properties as affected by functional additives. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55: 9079–9088.

[7] Thawornchinsombut, S., Park, J. W. (2007). Effect of NaCl on gelation characteristics of acid- and alkali-treated pacific whiting fish protein isolates. Journal of Food Biochemistry, 31: 427–455.

[8] Cortes-Ruis, J. A., Pacheco-Aguilar, R., Garcia-Sanchez, G., Lugo- Sanches, M. E. (2001). Functional characterization of a protein concentrate from bristly sardine made under acidic conditions. Journal of Aquatic Food Product Technology, 10: 5–23.

[9] Choi, Y. J., Park, J. W. (2002). Acid-aided protein recovery from enzyme-rich Pacific whiting. Journal of Food Science, 67: 2962–2967.

[10] Kristinsson, H., Demir, N. (2003). Functional fish protein ingredients from fish species of warm and temperate waters: Comparison of acid- and alkali-aided

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-31]

processing vs. conventional surimi processing. In: Bechtel, P. J. editor, Advances in Seafood Byproducts 2002 Conference Proceedings, 277–295.

[11] Undeland, I., Kelleher, S. D., Hultin, H. O. (2002). Recovery of functional proteins from herring (*Clupea harengus*) light muscle by an acid or alkaline solubilization process. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50: 7371–7379.

[12] Kim, Y. S., Park, J. W., Choi, Y. J. (2003). New approaches for the effective recovery of fish proteins and their physicochemical characteristics. Fisheries Science, 69: 1231–1239.

[13] Yongsawatdigul, J., Park, J.W. (2004). Effects of alkali and acid solubilisation on gelation characteristics of rockfish muscle proteins. Journal of Food Science, 69: 499-505.

[14] Perez-Mateos, M., & Lanier, T. (2006). Comparison of Atlantic menhaden gels from surimi processed by acid or alkaline solubilization. Food Chemistry, 101: 1223–1229.

[15] Hultin, H. O., Kristinsson, H. G., Lanier T. C., Park, J.W. (2005). Process for recovery of functional proteins by pH shifts. In: Park, J. W. editor, Surimi and Surimi Sea Food, Boca Raton: Taylor and Francis Group, 107-139.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-31]

Investigation of textural properties of fish protein isolate and surimi gels produced from carpio

Moosavi-Nasab, M. [1,2 *], Azadian, M.[3], Farahnaky, A. [2], Abedi, E. [3]

1. Director of Seafood Processing Research Group, Shiraz University, Shiraz, Iran
2. Associate Prof. of Food Science and Technology, Shiraz University, Shiraz, Iran
3. Former Graduate Students of Dept. of Food Science and Technology, Shiraz University, Shiraz, Iran

(Received: 90/7/12 Accepted: 91/9/20)

The aim of this study was production of fish protein isolate (FPI) and surimi from a low cost and underutilized fish species, carpio (*Cyprinus carpio*), and investigation of their gel textural properties. FPI was prepared by pH shifting at acidic (2.5 and 3.5) and basic (11 and 12) pHs. Surimi was prepared by 3 times water washing and at the third stage 0.2% NaCl was added to remove the water more efficiently. The results showed that production yield of FPI was significantly ($P< 0.05$) higher than surimi due to removal of soluble proteins during surimi production. Among the FPI, the FPI produced at acidic condition had higher production efficiency than the others. Protein recovery content of FPI was higher than surimi. FPI prepared at pH 11 showed harder textures compared with the others. Production of hard texture and easy preparation process of FPI compared with surimi were other findings of this study.

Keywords: Carpio, Fish protein isolate, Surimi, Creep test

* Corresponding Author Email_Address: marzieh.moosavi-nasab@mail.mcgill.ca

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-31]