بررسی نقش محافظ سرمایی پکتین در سوریمی منجمد

مرضیه موسوی نسب*، غلامرضا مصباحی و لیلا مقصودی[۱]

(تاریخ دریافت: ۸۶/۱۱/۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۸/۱۸)

چکیده

پکتین هیدروکلوئیدی با خصوصیات و کاربردهای متنوع و فراوان است که در این پژوهش نقش محافظ سرمایی و تأثیر مثبت آن بر غذای منجمد (سوریمی) بررسی شده است. در انجام این تحقیق سوریمی تولیدی از ماهی کپور معمولی که برای نخستین بار در ایران صورت گرفت، سوریمی تولیدی در محلول ۱ درصد پکتین قرار داده شد (به نسبت ۱ به ۳ وزنی/ حجمی) و با همزدن، پکتین به ساختار سوریمی وارد گردید. آنگاه نمونه‌های سوریمی حاوی پکتین و نمونه شاهد در شرایط یکسان بسته‌بندی و منجمدشده و در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگه‌داری شد. در فواصل صفر، ۲ و ۴ ماه نمونه‌ها از جنبه خصوصیات ظرفیت نگه‌داری آب، میزان پروتئین قابل استخراج در آب نمک و میزان آب و مواد محلول خروجی از محصول (شیرابه) هنگام رفع انجماد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان کاهش ظرفیت نگه‌داری آب در نمونه‌های حاوی پکتین پس از ۴ ماه حدود ۲۰ درصد و در نمونه‌های شاهد حدود ۵۸ درصد بود، به عبارت دیگر پکتین تا حدود ۳۸ درصد این فاکتور را در محصول منجمد بهبود داده است. در مورد مقدار پروتئین محلول در نمک، درصد کاهش در نمونه‌های حاوی پکتین پس از ۴ ماه حدود ۲۱ و در نمونه‌های شاهد حدود ۵۲ درصد بود. یعنی پکتین در این زمینه نیز در حفظ کیفیت مؤثر بوده است. هم‌چنین درصد افزایش شیرابه در زمان رفع انجماد پس از ۴ ماه در نمونه‌های حاوی پکتین حدود ۷ و در نمونه‌های شاهد حدود ۳۷ درصد اندازه‌گیری شد که از این لحاظ نیز پکتین به خوبی عمل کرده و ضایعات آب و مواد محلول و مغذی محصول را هنگام رفع انجماد کاهش داده است. در مجموع نتایج این تحقیق مؤید این نکته است که پکتین به عنوان یک ماده محافظ سرمایی از جنبه خصوصیات بررسی شده آثار مثبتی در بهبود کیفیت سوریمی منجمد دارد.

واژه‌های کلیدی: پکتین، گوشت ماهی، سوریمی، ماده محافظ سرمایی (کریوپروتکتنت)، انجماد، خواص عملکردی

مقدمه

پکتین و سایر مواد هیدروکلوئیدی مشابه آن در محصولات غذایی مختلف برای نقش‌ها و وظایف متعددی از جمله جذب کننده و باند کننده آب، متصل کننده، کنترل کننده کالری، ایجاد کننده کدورت، پوشش دهنده، امولسیفایر، ایجاد کننده ژل، ایجاد کننده و تثبیت کننده سوسپانسیون‌ها، جلوگیری کننده از آب انداختن، قوام دهنده، ایجاد کننده کف و حجم دهنده، تثبیت‌کننده و جلوگیری کننده از ایجاد کریستال و حالت شن مانند مورد استفاده قرار می‌گیرند (۸، ۱۶ و ۲۶).

با توجه به خصوصیات پکتین به نظر می‌رسد که این ماده بتواند در بهبود کیفیت نهایی محصولات منجمد به ویژه محصولات گوشتی و ماهی فرآوری شده و نیمه فرآوری شده نیز مؤثر واقع شود و از واکنش‌ها و پدیده‌های مخربی مانند تغییر ساختار و جابه‌جایی مواد و از دست رفتن مواد محلول و

۱. به ترتیب استادیار، مربی و دانشجوی کارشناسی سابق ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mousavi@shirazu.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.49.3]

مغذی در هنگام رفع انجماد، به صورت آبچک یا شیرابه (Drip loss) جلوگیری نماید و این هدفی است که این پژوهش به دنبال آن بوده است. به این منظور سوریمی تهیه شد و به آن پکتین اضافه گردید و سپس منجمد شده و تأثیر پکتین بر خصوصیات آن بررسی شد.

سوریمی یکی از مهم‌ترین محصولات دریایی دارای ارزش افزوده بوده و عبارت است از کنسانتره پروتئین‌های میوفیبریل که برای به دست آوردن آن، ترکیبات محلول در آب و مواد مولد بو طی چند مرحله شستشو از خرده گوشت‌های ماهی جدا شده‌اند (۹ و ۲۸). سوریمی در پایان مرحله ساخت، محصولی خواهد بود سفید، بی بو و بی طعم با خواص عملکردی بالا که به طور مستقیم مصرف نمی‌شود بلکه به عنوان یک ماده اولیه در تولید محصولات دیگر به کار می‌رود (۱۲ و ۱۴). معمولاً برای تولید سوریمی مراحل زیر انجام می‌گیرد: تمیز کردن اولیه ماهی، جداسازی گوشت و تهیه گوشت چرخی ماهی، چندین مرحله شستشو (خیساندن در آب)، آبگیری، ترکیب با مواد محافظ سرمایی (Cryoprotectants)، بسته‌بندی و انجماد (۱۷و ۱۸).

از مطلوب‌ترین روش‌های نگه‌داری طولانی مدت اغلب غذاها از جمله سوریمی، انجماد است. انجماد سرعت واکنش‌های میکروبی و بیوشیمیایی را کاهش می‌دهد. هر چند که در طول دوره انجماد واسرشتی پروتئین‌های میوفیبریلی باعث کاهش خواص عملکردی این پروتئین‌ها و در نتیجه سبب بروز یکسری تغییرات بافتی ژل مانند افزایش شکنندگی، افزایش سختی و چسبندگی، کاهش تنش برشی، کاهش کرنش برشی و کاهش قابلیت تغییر شکل در ژل‌های سوریمی می‌شود. مکانیسم پدیده واسرشتی پروتئین‌ها در اثر انجماد (Freeze denaturation) به صورت زیر بیان شده است (۲۲):

پدیده واسرشتی پروتئین‌ها، در اثر انجماد آب خارج سلولی مولکول پروتئین رخ می‌دهد. به طور طبیعی در یک مولکول پروتئین کروی، گروه‌های هیدروفوب در داخل و گروه‌های هیدروفیل درسطح (خارج) مولکول قرار گرفته‌اند. بین گروه‌های هیدروفیل و آب شبکه‌ای از پیوندهای هیدروژنی تشکیل شده که سبب پایداری ساختمان سه بعدی پروتئین می‌شود. در اثر انجماد (به ویژه انجماد کند)، آب خارج سلولی مولکول پروتئین یخ زده که منجر به شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی و ناپایداری ساختمان پروتئین شده در نتیجه گروه‌های هیدروفوب به سطح مولکول آمده و این گروه‌های هیدروفوب با هم و گروه‌های هیدروفیل نیز با هم واکنش داده و در نهایت باعث باز شدن ساختار پروتئین می‌شود. هم‌چنین انجماد غلظت مواد جامد را افزایش داده که در اثر تغییر قدرت یونی و احتمالا pH پدیده واسرشتی پروتئین‌ها در اثر انجماد رخ می‌دهد.

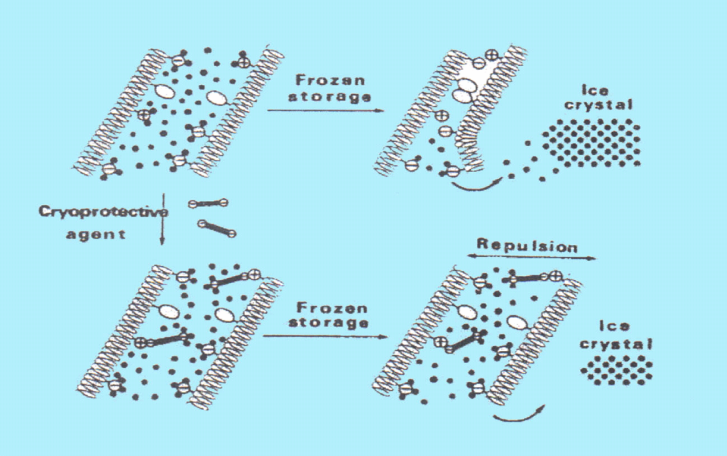
مکانیسم عمل مواد محافظ سرمایی آن است که در حالت طبیعی رشته‌های پروتئین میوفیبریلی از همدیگر دور هستند و بین آنها مولکول‌های آب محبوس است ولی در اثر انجماد، آب یخ زده و از بین زنجیره‌ها خارج می‌شود در نتیجه زنجیره‌های پروتئین میوفیبریلی بهم نزدیک شده و بین گروه‌های فعال آنها بر هم کنش‌های دی سولفید، هیدروژنی و هیدروفوبیک برقرار می‌شود و کریستال های یخ (درخارج زنجیره‌ها) نیز به مرور رشد کرده و بزرگ شده که منجر به پدیده واسرشتی پروتئین‌ها در اثر انجماد می‌شود. مواد کرایو پروتکتنت با داشتن حداقل دو گروه فعال که یکی از آنها به زنجیره پروتئین و یکی از آنها به آب وصل می‌شود، پروتئین را هیدراته کرده و باعث می‌شود آب در لابلای زنجیره‌های پروتئین یخ بزند و به دلیل عدم تحرک از بین زنجیره‌ها خارج نشود (شکل ۱). در نتیجه دیگر زنجیره‌های پروتئین نمی‌توانند به هم نزدیک شوند. در این حالت کریستال‌های یخ خارج از زنجیره‌های پروتئینی کم است.

رایج‌ترین کرایوپروتکتنت مورد استفاده در سوریمی مخلوط ساکاروز و سوربیتول و نمک‌های پلی فسفات است ولی امروزه سعی برآن است که ازکرایوپروتکتنت‌هایی با کالری و شیرینی پایین استفاده شود. در این تحقیق به جای مخلوط ساکاروز و سوربیتول از ماده پکتین استفاده می‌شود تا تأثیر آن بر بهبود کیفیت سوریمی منجمد مشخص گردد.

محققان یون و لی با مطالعه اثر محافظ سرمایی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.49.3]



شکل ۱. شمای کلی دناتوره شدن پروتئین‌ها در طول دوره انجماد و طریقه جلوگیری از آن به وسیله مواد محافظ سرمایی (۱۵)

سوربیتول مایع بیان کردند که سوربیتول مایع می‌تواند بعنوان جانشین سوربیتول جامد در سوریمی استفاده شود (۲۷). سومجت و همکاران تأثیر کیتین میگو و کیتین هیدرولیز شده میگو روی واسرشتی پروتئین‌ها و مقدار آب یخ نزده موجود در سوریمی، در طول دوره انجماد را بررسی کردند (۲۳). ژوو و همکاران به اثر محافظ سرمایی لاکتات سدیم و تری هالوز اشاره کردند (۲۹). در سال ۲۰۰۳ موسوی نسب بیان کرد که پروتئین بزرک (Flaxseed) در غلظت ۱ ٪ دارای اثر محافظ سرمایی روی سوریمی آلاسکاپولاک می‌باشد (۱۷). در سال ۱۹۸۶ لانیر بیان کرد که صمغ‌هایی مانند آلژینات، کربوکسی متیل سلولز و زانتان باعث بهبود خواص محصولات حاصل از سوریمی می‌شوند (۱۰). آوح و همکاران بیان کردند که سوریمی‌های حاوی ۸٪ اولیگوساکارید بیشترین پایداری را در برابر انجماد و رفع انجماد از خود نشان می‌دهند (۳).

در این تحقیق، نقش محافظ سرمایی و تأثیر مثبت پکتین بر سوریمی منجمد بررسی شده است. انجماد یکی از بهترین روش‌های نگه‌داری غذاها می‌باشد، اما اگر شرایط مناسب عملیات انجماد و نگه‌داری رعایت نشود با صدمات و کاهش کیفیت محصول نهایی هنگام مصرف همراه خواهد بود. دلیل انتخاب سوریمی (خمیر ماهی) به عنوان غذای منجمد، حساسیت زیاد آن به انجماد و آثار منفی انجماد بر این غذا از جمله کاهش خواص عملکردی پروتئین‌ها و بررسی امکان استفاده از پکتین در آن به عنوان محافظ سرمایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه سوریمی

برای تهیه سوریمی در این تحقیق در مجموع حدود ۱۰۰ Kg ماهی کپور معمولی تیره گوشت (Cyprinus carpio) از اداره کل شیلات فارس تهیه گردید. پس از تخلیه محتویات شکمی ماهی و جدا کردن پوست و استخوان، ماهی شسته و گوشت آن با دستگاه چرخ گوشت، چرخ شد. سپس سه مرتبه گوشت ماهی را با آب سرد شسته که در هر بار حجم آب مصرفی ۴ برابر وزن گوشت چرخی ماهی بود. به آب شستشوی مرحله اول ۰/۲٪ بی‌کربنات سدیم و ۰/۱ ٪ کلریدسدیم و به آب شستشوی مرحله سوم ۰/۲٪ کلریدسدیم اضافه شد. هر مرحله شستشو (خیساندن در آب) ۱۵ دقیقه طول کشید که طی این مدت به طور دایم مخلوط گوشت چرخی ماهی و آب توسط همزن به هم زده شد و پس از هر بار شستشو مرحله آبگیری انجام شد بدین صورت که مخلوط فوق را در پارچه صافی ریخته و پس ازعبور آ ب از پارچه آن‌قدر گوشت چرخی ماهی را با دست

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.49.3]

فشرده که همه آب آن خارج شود. در آبگیری مرحله آخر پس از فشردن گوشت چرخی ماهی با دست، یک وزنه سنگین را برای فشرده‌سازی به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه روی گوشت چرخی ماهی گذاشته تا آب آن به طور کامل خارج شود (۱۱، ۱۸ و ۱۹). محصول به دست آمده در این مرحله همان سوریمی خام می‌باشد. در مرحله بعد سوریمی خام به دو قسمت تقسیم شد. به یک قسمت از آنها به عنوان سوریمی شاهد چیزی اضافه نشد و به یک قسمت از آنها پکتین با درجه استریفیکاسیون پایین اضافه گردید (Low methoxylated polygalacturonic acid).

طرز اضافه کردن پکتین بدین صورت بود که ابتدا محلول ۱٪ پکتین (ساخت شرکت سیگمای آمریکا) ساخته شد. به ازای هر ۶۰۰ گرم سوریمی ۲۰۰۰ میلی‌لیتر محلول ۱٪ پکتین به کار برده شد، یعنی وزن پکتین مصرفی حدود ۳٪ وزن سوریمی بود. برای تهیه محلول ۱٪ پکتین از همزدن سریع توام با حرارت دادن استفاده شد تا پکتین به طور کامل در آب مقطر حل شود. سپس سوریمی را در محلول فوق ریخته و به مدت ۱۲ ساعت در یخچال مخلوط توسط مگنت موجود در بشر کاملاً به هم زده شد. روز بعد مخلوط را در پارچه صافی ریخته و پس از خروج آب، آن قدر سوریمی را با دست فشرده که همه آب آن به طور کامل خارج شود (۲۵). آن‌گاه نمونه‌های شاهد و حاوی پکتین در کیسه‌های پلی اتیلن بسته‌بندی و دربندی گردید و پس از انجماد، در دمای ۲۰°C- نگه‌داری شد و در زمان صفر و پس از ۲ و ۴ ماه نگه‌داری بررسی آنها انجام شد.

اندازه‌گیری ظرفیت نگه‌داری آب (Water binding capacity)

ظرفیت نگه‌داری آب طبق روش پورتیوس و وود اندازه‌گیری شد (۲۰). ابتدا ۲/۵ گرم سوریمی را وزن کرده و ۵ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه کرده، به کمک همزن شیشه‌ای آن را به هم زده و به خوبی با هم مخلوط کردیم. مخلوط را به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ °C قرار داده تا به تعادل برسد. سپس آن را با دستگاه سانتریفیوژ (از نوع MSE ساخت انگلستان) سانتریفیوژ کرده (۴۰۰۰rpm، ۱۰ دقیقه، ۴ °C) در مرحله بعد مایع فوقانی را جدا کرده و رسوب را وزن کردیم.

ظرفیت نگه‌داری آب (گرم/گرم) به صورت زیر محاسبه گردید:

$$WBC = \frac{\text{افزایش وزن رسوب}}{\text{وزن اولیه سوریمی}}$$

اندازه‌گیری درصد قابلیت استخراج پروتئین‌های محلول در نمک (Salt extractable proteins)

ابتدا ۱۵ گرم سوریمی را در ۶۰ میلی‌لیتر بافر ۴۰ میلی‌مولار Tris-HCl(pH =۷)، حاوی ۵٪ کلرید سدیم) حل کرده، سپس مخلوط به مدت ۱ دقیقه توسط دستگاه هموژنایزر (Silverson، ساخت انگلستان) هموژن شد و بعد از سانتریفیوژ (دستگاه Sorval ، ساخت آمریکا، ۹۰۰۰ rpm، ۱۰ دقیقه، ۴ °C)، مایع فوقانی را جدا کرده و آن را نگه می داریم. سپس رسوب را با ۶۰ میلی لیتراز همان بافر ذکر شده در بالا مخلوط کرده و بعد از سانتریفیوژ با همان دستگاه (۹۰۰۰ rpm، ۱۰ دقیقه، ۴ °C)، مایع فوقانی جدا شد و آن را با مایع فوقانی مرحله قبل ترکیب کردیم. در آخر میزان پروتئین موجود در محلول فوق به روش لوری (Lowry) اندازه گرفته شد. سپس میزان پروتئین‌های محلول در نمک (SEP) به صورت زیر محاسبه شد (۵ و ۲۴).

$$\%SEP = \frac{\text{میزان پروتئین محلول اندازه گیری شده در مایع فوقانی}}{\text{میزان پروتئین کل سوریمی}} \times ۱۰۰$$

در فرمول فوق درصد پروتئین کل در سوریمی توسط روش کلدال اندازه‌گیری شد (۲). میزان پروتئین از روی میزان نیتروژن با استفاده از ضریب تبدیل ۶/۲۵ محاسبه گردید.

اندازه‌گیری پروتئین محلول به روش لوری

همان طور که بیان شد در فرمول اندازه‌گیری میزان پروتئین‌های محلول در نمک برای تعیین میزان پروتئین محلول در مایع فوقانی از روش لوری استفاده شد (۵، ۱۳ و ۲۴). در این روش ابتدا محلول‌های واکنشگر A، B، C و E تهیه شدند (۱ و ۱۳) و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.49.3]

پس از تهیه محلول‌های استاندارد پروتئین (آلبومین سرم گاوی) و تعیین میزان جذب آنها در طول موج ۶۰۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل MSE، ساخت انگلستان)، منحنی استاندارد مربوط (شکل۲) رسم شده و معادله استاندارد به دست آورده شد. سپس میزان جذب نمونه مجهول با دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین گردید و در معادله استاندارد گذاشته شد و غلظت پروتئین محلول برحسب میکروگرم در میلی لیتر به دست آمد.

اندازه‌گیری درصد شیرابه در نمونه‌های منجمد

پس از خارج کردن محصول از حالت انجماد، میزان آب و مواد محلول خروجی از محصول با توجه به وزن نمونه منجمد و وزن نمونه پس از خروج از حالت انجماد و فرمول زیر اندازه‌گیری شد (۶ و ۲۱). هر چه میزان این فاکتور بیشتر باشد نشان‌دهنده آن است که بافت و عوامل نگهدارنده آب در محصول (پروتئین‌ها) بیشتر دچار صدمه شده‌اند.

$$\text{٪ شیرابه} = \frac{\text{وزن نمونه پس از خروج از حالت انجماد} - \text{وزن نمونه منجمد}}{\text{وزن نمونه منجمد}} \times ۱۰۰$$

بررسی آماری نتایج

آزمایش‌ها در سه تکرار انجام و طرح آماری اعمال شده طرح کاملا تصادفی و آزمون مورد استفاده آزمون چند دامنه‌ای دانکن بود. از نرم افزار SPSS برای تجزیه آماری داده‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

ظرفیت نگه‌داری آب

نتایج حاصل از اندازه‌گیری ظرفیت نگه‌داری آب (WBC) نمونه‌های مختلف در جدول ۱ و درصد کاهش ظرفیت نگه‌داری آب در جدول ۲ نشان داده شده‌اند.

همان‌طور که مشاهده می‌گردد در نمونه‌های نگه‌داری شده در دمای $^{\circ}C$ ۲۰- در پایان دوره نگه‌داری درصد کاهش ظرفیت نگه‌داری آب در نمونه حاوی پکتین کمتر بود ($P< ۰/۰۵$) که نشان می‌دهد پکتین ماده افزودنی مؤثری در جهت حفظ ظرفیت نگه‌داری آب بوده است و بر اساس این آزمایش پکتین به عنوان یک ماده محافظ سرمایی کرایوپروتکتنت می‌تواند عمل کند. نتایج به دست آمده در این آزمایش قابل مقایسه با نتایج تحقیقات سلطان باوا و لی چین است، گرچه مواد محافظ سرمایی مورد استفاده آنها از نوع دیگری بود. این محققان مشاهده کردند که پس از ۴ ماه نگه‌داری نوعی سوریمی در دمای $^{\circ}C$ ۲۰ – میزان ظرفیت نگه‌داری آب در نمونه حاوی ساکروز + سوربیتول + لاکتیتول + لیتز (Litesse)، شکل اصلاح شده پلی دکستروز، از ۱/۳۳ به ۰/۹۴ و در نمونه حاوی ساکروز + سوربیتول از ۱/۴۰ به ۰/۹۵ و در نمونه شاهد از ۱/۴۵ به ۰/۶۱(گرم /گرم) رسید. به عبارت دیگر مشاهده کردند که درصد کاهش ظرفیت نگه‌داری آب در نمونه شاهد از نمونه‌های حاوی کرایوپروتکتنت بیشتر بود (۲۴).

در سال ۱۹۷۳ فنما و همکاران بیان کردند که ظرفیت نگه‌داری آب در پروتئین‌های ماهی در ارتباط با پروتئین‌های میوفیبریل بوده و کاهش ظرفیت نگه‌داری آب در طول مدت نگه‌داری عمدتا به علت واسرشتی پروتئین‌های میوفیبریل می‌باشد. احتمالا واسرشتی پروتئین‌ها در حین انجماد و نگه‌داری در اثر تغییرپیوندهای هیدروفوبیک، دی سولفید و برهم کنش‌های یونی بین زنجیره‌های پروتئین و در نتیجه از دست دادن آب توسط این زنجیره‌ها می‌باشد (۷). حال مواد محافظ سرمایی با هیدراته کردن پروتئین‌ها، دناتوره شدن آنها را کاهش داده و در نتیجه از کاهش شدید ظرفیت نگه‌داری آب در طول دوره نگه‌داری جلوگیری می‌کنند (۳ و ۴).

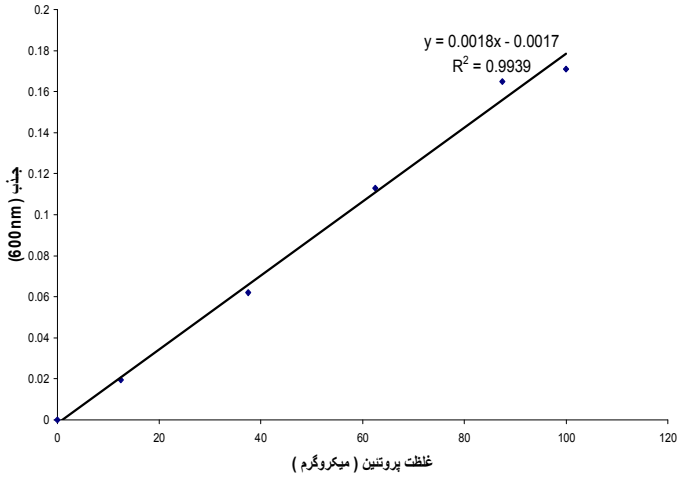
میزان قابلیت استخراج پروتئین‌های محلول در نمک

نتایج حاصل از اندازه‌گیری درصد پروتئین‌های محلول در نمک نمونه‌های مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است.

در جدول ۴ درصد کاهش پروتئین‌های محلول در نمک نمونه‌های نگه‌داری شده در دمای انجماد پس از ۴ ماه نگه‌داری نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد درصد کاهش پروتئین‌های محلول در نمک در نمونه حاوی پکتین

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.49.3]



شکل۲. منحنی استاندارد آزمایش لوری برای اندازه‌گیری میزان پروتئین‌های محلول

جدول۱. ظرفیت نگهداری آب (گرم/گرم) نمونه‌ها در طول دوره نگهداری (دمای ۲۰ $^{\circ}$C –)

نمونه*	زمان		
	صفر	۲ماه	۴ماه
شاهد	۰/۸۶(±۰/۰۳) a A**	۰/۴۲(±۰/۰۲) b A	۰/۳۶(±۰/۰۴) c A
حاوی پکتین	۰/۷۹(±۰/ ۰۳) a B ***	۰/۶۳(±۰/ ۰۱) b B	۰/۶۳(±۰/ ۰۳) b B

*: هر عدد میانگین سه تکرار (SD±) است.

**: در هر ردیف تفاوت حروف کوچک بالانویس نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین داده‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).

***: در هرستون تفاوت حروف بزرگ بالانویس نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین داده‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).

جدول۲. درصد کاهش ظرفیت نگهداری آب نمونه‌ها در طول دوره نگهداری (دمای ۲۰$^{\circ}$C –) نسبت به مقدار اولیه در زمان صفر

نمونه*	زمان	
	۲ماه	۴ماه
شاهد	۵۱/۲ a*	۵۸/۱ a
حاوی پکتین	۲۰/۲ b	۲۰/۲b

* : حروف متفاوت در هرستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین داده‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).

کمتر بود (P<۰/۰۵). به عبارت دیگر در مورد نمونه‌های حاوی پکتین، گرچه میزان پروتئین‌های محلول در نمک در ابتدا (زمان صفر)، کم بود اما در سرتا سر دوره نگه‌داری در فریزر، مقدار کاهش آن بسیار اندک بوده است. علت پایین بودن میزان پروتئین‌های محلول در نمک در نمونه‌های حاوی پکتین در ابتدا (زمان صفر)، شاید کاهش حلالیت پروتئین‌های میوفیبریل در این نمونه‌هاست که این هم احتمالا در ارتباط با روش افزودن پکتین به سوریمی می‌باشد. به عبارت دیگر به نظر می‌رسد که بتوان با بهبود روش افزودن پکتین به ماده غذایی، میزان پروتئین‌های محلول در نمک را در ابتدا (زمان صفر) در حد بالاتری داشت و به وسیله

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.49.3]

جدول۳. درصد پروتئین‌های محلول در نمک نمونه‌ها در طول دوره نگهداری (دمای$^{\circ}$C ۲۰ -)

نمونه*	زمان		
	صفر	۲ماه	۴ماه
شاهد	۵۵/۲(±۰/۸۹) ^{aA}**	۲۹/۴(±۰/۹۵) ^{bA}	۲۶/۳(±۰/۹) ^{bA}
حاوی پکتین	۱۴/۲(±۰/۲) ^{aB}***	۱۱/۹(±۰/۲) ^{aB}	۱۱/۲(±۰/۹۵) ^{aB}

* : هر عدد میانگین سه تکرار (±SD) است.

**: در هر ردیف تفاوت حروف کوچک بالانویس نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین داده‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).

***: در هرستون تفاوت حروف بزرگ بالانویس نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین داده‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).

جدول ۴. درصد کاهش مقدار پروتئین‌های محلول در نمک نمونه‌ها در طول دوره نگهداری (دمای $^{\circ}$C ۲۰ -) نسبت به مقدار اولیه در زمان صفر

نمونه*	زمان	
	۲ ماه	۲ماه
شاهد	۴۶/۷ ^{a}*	۵۲/۴ ^{a}
حاوی پکتین	۱۶/۲^{b}	۲۱/۱ ^{b}

*: حروف متفاوت در هرستون نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی دار بین داده‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).

پکتین، تا انتهای نگه‌داری از کاهش آن جلوگیری نمود.

نتایج به دست آمده در این آزمایش مطابق با نتایج به دست آمده توسط ژوو و همکارانش می‌باشد که البته روی مواد محافظ سرمایی دیگری غیر از پکتین تحقیق کردند. این افراد به این نتیجه رسیدند که پس از ۶ ماه نگه‌داری نوعی سوریمی در دمای $^{\circ}$C ۱۸-، میزان پروتئین‌های محلول در نمک در نمونه شاهد سوریمی حدود ۴۴/۸٪ کاهش داشته ولی در نمونه‌های حاوی مواد محافظ سرمایی شامل تری هالوز، سدیم لاکتات و ساکاروز+ سوربیتول به ترتیب ۲۴/۴٪، ۲۹/۶٪ و ۲۴/۷٪ کاهش یافت. (۲۹).

هم‌چنین نتایج به دست آمده در این تحقیق قابل مقایسه با یافته‌های سلطان باوا و لی چین می‌باشد، گرچه نوع ماده محافظ سرمایی استفاده شده در مطالعات ایشان نیز پکتین نبود (۲۴). این محققان مشاهده کردند که پس از ۴ ماه نگه‌داری نوعی سوریمی در دمای $^{\circ}$C ۲۰ - ، میزان پروتئین‌های محلول در نمک در نمونه حاوی ساکاروز + سوربیتول + لاکتیتول + لیتز ، از ۷۹٪ به ۴۸٪ و در نمونه حاوی ساکاروز + سوربیتول از ۷۸٪ به ۴۹٪ و در نمونه کنترل از ۶۰٪ به ۱۹٪ رسید. آنها دریافتند که درصد کاهش پروتئین‌های محلول در نمک در نمونه کنترل از نمونه‌های حاوی ماده محافظ سرمایی بیشتر (۶۸/۳٪) و در نمونه حاوی ساکاروز + سوربیتول از همه نمونه‌ها کمتر بود.

کاهش میزان پروتئین‌های محلول در نمک در طول مدت نگه‌داری اغلب به علت نوسانات دمایی(Fluctuation) سردخانه و واسرشتی پروتئین‌های میوفیبریل در دمای انجماد می‌باشد. مواد محافظ سرمایی با جلوگیری از واسرشتی پروتئین‌ها از کاهش شدید پروتئین‌های محلول در نمک در طول مدت نگه‌داری جلوگیری می‌کنند (۲۵) و پکتین نیز چنین تأثیری را در این پژوهش نشان داده است.

میزان آب و مواد محلول در آب خروجی (شیرابه) از نمونه‌ها هنگام رفع انجماد

درصد شیرابه نمونه‌ها و درصد افزایش شیرابه نمونه‌ها به ترتیب در جداول ۵ و۶ نشان داده شده است.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.49.3]

جدول۵. درصد شیرابه نمونه‌ها در طول دوره نگهداری (دمای $-20^{\circ}C$)

نمونه*	زمان	
	۲ماه	۴ماه
شاهد	۱۵/۰(±۰/ ۲) ^{aA}**	۲۰/۶(±۰/۶۱) ^{bA}
حاوی پکتین	۹/۸(±۰/۴۶) ^{aB} ***	۱۰/۵(±۰/ ۵) ^{aB}

* : هر عدد میانگین سه تکرار (±SD) است.
** : در هر ردیف تفاوت حروف کوچک بالانویس نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین داده‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).
*** : در هرستون تفاوت حروف بزرگ بالانویس نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین داده‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).

جدول ۶. درصد افزایش شیرابه نمونه‌ها در طول دوره نگهداری (دمای $-20^{\circ}C$) نسبت به مقدار اولیه در زمان ۴ ماه

نمونه*	زمان (۴ماه)
شاهد	۳۷/۳ ^{a}*
حاوی پکتین	۷/۱ ^{b}

* : حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین داده‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).

افزایش شیرابه که منتج از کاهش قدرت نگه‌داری آب در طول دوره انجماد است، به علت واسرشتی پروتئین‌های میوفیبریل و کاهش خواص عملکردی این پروتئین‌ها و هم‌چنین در اثر به هم ریختن ساختار و آسیب وارده به بافت مواد غذایی در اثر کندی عملیات انجماد و نوسانات دمایی حین نگه‌داری می‌باشد. حال مواد محافظ سرمایی با هیدراته کردن پروتئین‌ها، واسرشته شدن آنها را کاهش داده و هم‌چنین با نگه‌داری آب و مواد محلول در میان بافت‌ها از افزایش شدید شیرابه در طول دوره انجماد جلوگیری می‌کنند (۳ و ۴) و نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که پکتین به خوبی این وظیفه را انجام داده و میزان ضایعات آب، مواد محلول و مغذی خروجی از محصول منجمد را در هنگام رفع انجماد در حد چشمگیری کاهش داده است.

نتیجه‌گیری

به طور کلی در طول دوره نگه‌داری نمونه‌های سوریمی در دمای انجماد (به مدت۴ ماه) هر چند که میزان پروتئین‌های محلول در نمک و ظرفیت نگه‌داری آب در نمونه‌ها کاهش یافت ولی این کاهش در نمونه شاهد به طور معنی‌داری بیشتر از نمونه‌های حاوی پکتین بود (P< ۰/۰۵). هم‌چنین هر چند که پس از ۴ ماه نگه‌داری نمونه‌ها در دمای انجماد، میزان شیرابه هنگام رفع انجماد در همه نمونه‌های سوریمی افزایش یافت ولی این افزایش نیز در نمونه شاهد به طور معنی‌داری بیشتر از نمونه‌های حاوی پکتین بود (P< ۰/۰۵). بنابراین می‌توان پکتین را به عنوان یک ماده محافظ سرمایی از جنبه خصوصیات مذکور و یک بهبود دهنده کیفیت مواد غذایی منجمد و به عنوان جایگزینی برای مواد مشابه مطرح نمود. البته بهتر است که برای افزودن پکتین به محصول روش‌های مناسب‌تری را بررسی نمود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مدیریت و کارکنان محترم اداره کل شیلات فارس به ویژه جناب آقای مهندس معظم، آقای مهندس عامری و خانم مهندس بالی‌زاده که در انجام این پروژه ما را یاری کردند، صمیمانه قدردانی می‌گردد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.49.3]

منابع مورد استفاده

۱. . مقصودی، ل. ۱۳۸۶. بررسی اثر کرایوپروتکتیو افزودنی‌های مختلف روی پایداری پروتئین‌های سوریمی در طول مدت نگه‌داری. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

2. AOAC. 1980. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
3. Auh, J. H., H. G. Lee, J. W. Kim, J. C. Kim, H. S. Yoon and K. H. Park. 1999. Highly concentrated branched oligosaccharides as cryoprotectant for surimi. J. Food Sci. 64: 418-422.
4. Benjakul, S. and F. Bauer. 2000. Physicochemical and enzymatic changes of cod muscle proteins subjected to different freeze-thaw cycles. J. Sci. Food Agric. 80: 1143-1150.
5. Borderias, A. J., J. Jimenez-Colmenero and M. Tejada. 1985. Parameters affecting viscosity as a quality control for frozen fish. Marine Fish. Rev. 47: 43-45.
6. Duun, A. S. and T. Rustad. 2008. Quality of superchilled vacuum packed Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets stored at -1.4 and -3.6˚C Food Chem. 106: 122-131.
7. Fennema, O. R., W. D. Powrie and E. H. Marth. 1973. Low Temperature Preservation of Food and Living Matter. Marcel Dekker, New York.
8. Hoefler, A. C. 1991. Other Pectin Food Products. PP. 51-66. *In*: The Chemistry and Technology of Pectin. Academic Press, New York.
9. Hsu, S. Y. 1990. Effect of frozen storage and other processing factors on the quality of surimi. J. Food Sci. 55: 661-664.
10. Lanier, T. C. 1986. Functional properties of surimi. Food Technol. 40: 107-114.
11. Lee, C. M. 1984. Surimi process technology. Food Technol. 38: 69-80.
12. Lee, C. M. 1986. Surimi manufacturing and fabrication of surimi-based products. Food Technol. 40: 115-124.
13. Lowry, O. H., N. J. Rosebrough, A. L. Farr and R. J. Randall. 1951. Protein measurement with Folin phenol reagent. J. Biol. Chem. 193:256-275.
14. Lyver, A. 1997. Formulation, shelf-life and safety studies on value-added seafood products. MSc. Thesis, McGill University, Montreal, Quebec.
15. Matsumoto, J. J. 1980. Chemical deterioration of muscle proteins during frozen storage. PP: 95-124. *In*: Whitaker, J. R. and M. Fujimaki. (Eds.) Chemical deterioration of proteins, ACS Symposium Series, 123, American Chemical Society, Washington, DC.
16. Mesbahi G., J. Jamalian and A. Farahnaky. 2005. A comparative study on functional properties of beet and citrus pectins in food systems. Food Hydrocoll. 19(4): 731 – 738.
17. Moosavi-Nasab, M. 2003. Protein structural changes during preparation and storage of surimi. Ph. D. Thesis, McGill University, Montreal, Canada.
18. Moosavi-Nasab, M., I. Alli, A. A. Ismail and M. O. Ngadi. 2005. Protein structural changes during preparation and storage of surimi. J. Food Sci. 70: C448-C453.
19. Park, J. W., T. M. Lin and J. Yongsawatdigul. 1997. New developments in manufacturing of surimi and surimi seafood. Food Rev. Int. 13: 577-610.
20. Porteous, J. D. and D. F. Wood. 1983. Water-binding of red meats in sausage formulation. J. CIFST. 16: 212-214.
21. Roth, B., E. Slinde and J. Arildsen. 2006. Pre or post mortem muscle activity in Atlantic salmon (Salmo salar). The effect on rigor mortis and the physical properties of flesh. Aquaculture 257: 504-510.
22. Sikorski, Z., J. Olley and S. Kostuch. 1976. Protein changes in frozen fish. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 8: 97-129.
23. Somjit, K., Y. Ruttanapornwareesakul, K. Hara and Y. Nozaki. 2005. The cryoprotectant effect of shrimp chitin and shrimp chitin hydrolysate on denaturation and unfrozen water of lizardfish surimi during frozen storage. Food Res. Int. 38: 345-355.
24. Sultanbawa, Y. and E. C. Y. Li-Chan. 1998. Cryoprotective effects of sugar and polyol blends in ling cod surimi during frozen storage. Food Res. Int. 31: 87-98.
25. Sych, J., C. Lacroix, L. Adambounou and F. Castaigne. 1990b. Cryoprotective effect of some materials on cod-surimi proteins during frozen storage. J. Food Sci. 55: 1222-1227.
26. Thakur, B. R. 1997. Chemistry and uses of pectin. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 37(1):47-73.
27. Yoon, K. S. and C. M. Lee. 1990. Cryoprotectant effects in surimi and surimi/mince-based extruded products. J. Food Sci. 55: 1210-1216.
28. Yoon, I. H., J. R. Matches and B. Rasco. 1988. Microbiological and chemical changes of surimi-based imitation crab during storage. J. Food Sci. 53: 1343-1346.
29. Zhou, A., S. Benjakul, K. Pan, J. Gong and X. Liu. 2006. Cryoprotective effects of trehalose and sodium lactate on tilapia surimi during frozen storage. Food Chem. 96(1): 96-103.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.49.3]