اثرات ژلاتین ماهی کپور نقره ای و پکتین بر خواص بافتی و رنگ پخشینه

سیدحسن جلیلی[۱]، سید پژمان حسینی شکرابی[۲*]

۱- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکزملی تحقیقات فرآوری آبزیان

۲- دکتری تخصصی، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاداسلامی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۸)

چکیده

تولید محصولات پخشینه به دلیل شیوع چاقی و بیماری‌های قلبی عروقی در دنیا در حال گسترش است.جهت بهره برداری از ضایعات ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) به عنوان یک گونه پرورشی با فرآوانی بالا و قیمت نسبتاً پایین، ژلاتین از ضایعات آن تهیه گردید. هدف از این تحقیق تهیه آزمایشگاهی نمونه‌های پخشینه با سه فرمول ۱ تا ۳٪ حاوی نسبت‌های مختلف ژلاتین ماهی کپور نقره‌ای پرور شبیه پکتین (۱:۱ و ۱:۲) و ارزیابی خصوصیات بافتی و رنگ پخشینه‌های ساخته شده از نسبت‌های مختلف ژلاتین ماهی به پکتین توسط دستگاه آنالیز بافت و رنگ‌سنج است. در نمونه ۳٪ با نسبت ژلاتین ماهی به پکتین۱:۱ بالاترین سطح از استحکام، قابلیت فشردگی و چسبندگی به ترتیب با مقدار ۱/۷۶۸±۶۹/۷۵ گرم، ۲۸/۴۸۱±۷۶۷/۲۶ و ۱۳/۸۵۲±۲۶۲/۰۳گرم ثانیه (g.s) حاصل شد ($p\leq$۰/۰۵). بیشترین شاخص زردی (۰/۰۲۷±۳۹/۷۰٪) و کم‌ترین شاخص سفیدی (۰/۰۱۴±۷۱/۵۴٪) در نمونه ۱:۱ (ژلاتین ماهی به پکتین) با فرمول ۱٪ اندازه‌گیری شد ($p\leq$۰/۰۵). همبستگی مثبت و بالایی بین نتایج آزمون برش (کیلوگرم) و شاخص استحکام نمونه‌ها مشاهده گردید (r^2=۰/۹۷۳). کم‌ترین نیروی برشی در تیمار با فرمول ۳٪ حاوی نسبت ژلاتین ماهی به پکتین ۱:۲ محاسبه شد (۰/۰۰۱±۰/۴۱ کیلوگرم نیرو). مشخص شد که کاهش در جایگزینی ژلاتین ماهی با پکتین منجر به افزایش قابل توجه‌ای دراستحکام، قابلیت فشردگی، چسبندگی و قابلیت ارتجاعی نمونه‌های پخشینه می‌شود. باتوجه به ضرورت تولید فرآورده‌های کم چربی به لحاظ اهمیت آن‌ها در سلامت جامعه و نتایج حاصل از این تحقیق فرمول٪ با نسبت ژلاتین ماهی به پکتین ۱:۱ جهت ادامه کار در مقیاس وسیع‌تر پیشنهاد می‌شود.

کلید واژگان: ژلاتین ماهی، پکتین، ویژگی‌های بافت، رنگ، پخشینه

* مسئول مکاتبات: hosseini.pezhman@yahoo.com

۱- مقدمه

کره به عنوان یک محصول با ارزش اقتصادی بالا که قابلیت گسترش‌پذیری نسبتاً اندکی در دمای یخچال (۴ C^o) دارد، از شیر یا خامه تولید شده (حداقل چربی ۸۰٪) و سال‌ها است در زمینه استفاده از مواد اولیه ارزان و کم‌چرب در فرمولاسیون آن (مثل روغن‌های گیاهی) کار شده است [۱].پخشینه[1]، کره‌هایی کم‌چربی هستند که در دمای یخچال قابلیت گسترش‌پذیری داشته و بلافاصله پس از خارج نمودن از یخچال قابلیت پخش شدن روی نان را دارند [۲]. در سال‌های اخیر، تقاضای رو به رشد مصرف کنندگان برای کره‌های رژیمی (سالم) سبب شده تا محققان در زمینه تولید کره‌های اصلاح شده (چربی کم‌تر از ۴۰٪) واجد خواص بافتی مناسب و خوش طعم تلاش کنند [۳-۶].

روغن‌ها و چربی‌ها از اجزای پر کاربرد در آشپزخانه‌ها مطرح بوده که به دلیل چربی و کلسترول بالای آن‌ها سبب بروز بیماری‌های قلبی عروقی می‌شود [۷]. متداول ترین روش جامد کردن روغن‌ها، روش هیدروژنه کردن است. در اغلب کشورهای دنیا از جمله ایران از هیدروژناسیون روغنهای نباتی در فرآیند تولید مارگارین استفاده می‌شود. فرآیند هیدروژناسیون، با وجود بهبود خصوصیات حسی محصول، موجب کاهش اسیدهای چرب غیراشباع، تولید اسیدهای چرب ترانس گشته و از نظر اقتصادی نیز هزینه‌بر است [۸]. بنابراین با توجه به وجود ایزومرهای غیرطبیعی و ترانس و کاهش ارزش تغذیه‌ای در روغن‌های نباتی جامد هیدروژنه [۹] استفاده و تحقیق در زمینه پخشینه‌های کم‌چرب و کم ترانس به عنوان جایگزین روش‌های هیدروژنه کردن ضروری به نظر می‌رسد.

جهت تولید پخشینه وجود چهار عامل از مواد زیر شامل: یک عامل تعلیق یا قوام دهنده، یک عامل ژل کننده، یک عامل جداکننده فاز و در نهایت یک عامل هم‌افزایی (synergistic agent) ضروری است. این عوامل در جلوگیری از شکست امولسیون و بهبود انتشار عطر و طعم بهتر کره در دهان نقش مهمی ایفا می‌کنند.بنابراین، این امر مستلزم استفاده از پروتئین به همراه یک نوع پلی‌ساکارید به عنوان یک عامل امولسیون‌کننده یا قوام دهنده و یا ژل کننده خواهد بود [۱۰ و ۱۱]. هیدروکلوئیدها جایگزین مناسبی برای چربی در مواد غذایی به لحاظ تأمین برخی از خواص بافتی محصول نهایی محسوب می‌شوند [۱۲ و ۱۳].

ژلاتینیکی از هیدروکلوئیدهای طبیعی (بیوپلیمر)، چند منظوره و پرمصرفبوده که منابع اصلی آن در جهان ژلاتین حاصل از محصولات و ضایعات (مانند پوست، دم و استخوان) کشتارگاه‌های دام به خصوص گاو است [۱۴]. اگرچه استفاده از این نوع ژلاتین‌ها در مواد غذایی در میان برخی از مشتریان نگرانی‌هایی عمدتاً به دلیل محدودیت‌های مذهبی و انتقال برخی از بیماری‌های مشترک بین دام و انسان از طریق بافت کلاژن به ژلاتین به وجود آورده است [۱۵]. درحالی که بهترین منبع جایگزین، استخراج ژلاتین از پوست و استخوان ماهیان معرفی شده است [۱۶]. بعلاوه تبدیل ضایعات کارخانه‌های فرآوری ماهیان به محصولات با ارزش افزوده جزء مزایای اقتصادی استفاده از ژلاتین ماهی محسوب می‌شود [۱۷]. در این مطالعه، ژلاتین ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) پرورشی به عنوان منبع پروتئینی مورد استفاده قرار گرفت. از خواص مختلف ژلاتین ماهی برای مثال وجود مناطق آبگریزدر زنجیره پپتیدی آنبوده که سبب می‌شود تا ژلاتین ماهی تبدیل به یک عامل با قابلیت امولسیون کننده و کف‌کنندگی قوی مطرح شود [۱۸]. ثابت شده که ژلاتین توانایی تشکل یک لایه قوی جذب شونده جهت جلوگیری از انعقاد قطره‌ها و فروپاشی حباب هوا را دارا است. علاوه بر این، ژلاتین ماهی حاوی زنجیر-α بیشتری نسبت به ژلاتین پستانداران بوده و در نتیجه قدرت تشکیل ژل بالاتری را نشان داده [۱۷] و همچنین با توجه به نقطه ذوب و نقطه ژلاتینه شدن آن در دمای حدود ۳۵°C کاربرد وسیعی در پخشینه‌های کم چرب دارد [۱۷ و ۱۹]. بعلاوه، امولسیون‌های واجد ژلاتین ماهی در اثر حرارت (۹۰-۳۰°C) به مدت ۳۰ دقیقه)، غلظت‌های بالای نمک (حداکثر ۲۵۰ میلی مولار کلرید سدیم) و دامنه وسیع pH (۳-۸) نسبتاً پایدار باقی مانده و در نتیجه به عنوان یک پایدارکننده مناسب در محصولات غذایی مطرح هستند [۲۰]. با این حال، با توجه به هزینه جهانی نسبتاً بالای ژلاتین، تحقیقات در خصوص جایگزین بخشی از آن با سایر هیدروکلوئیدها دنبال شده است [۵]. پکتین، به عنوان یک عامل قوام دهنده و ژل کننده اقتصادی (با قیمت ارزان‌تر از ژلاتین) مطرح بوده که خواص امولسیون‌کنندگی مناسبی در امولسیون روغن در آب یا آب در روغن نشان می‌دهد [۲۱]. استفاده از روغن‌های گیاهی در فرمولاسیون کره‌های حیوانی، جهت افزایش قابلیت

1.fat spread

گسترش‌پذیری (در دمای ۴C°) و خواص تغذیه‌ای (مثل بهبود پروفیل اسیدهای چرب و کاهش سطح کلسترول) توسط محققین متعددی بیان شده است [۳ و ۲۲].

تحقیقات محدودی در خصوص اثر استفاده از ژلاتین استخراج شده از ضایعات ماهی بر خصوصیات فیزیکی-رئولوژیک پخشینه انجام شده است. لازم به ذکر است که ویژگی‌های بافت و رنگ مواد غذایی جزء فاکتورهای فیزیکی مهمیمحسوب شده که ارتباط تنگاتنگی با میزان پذیرش محصولات از طرف مصرف‌کننده دارد [۲۳-۲۵]. الوند و همکاران در سال ۱۳۸۶ به بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی شش نمونه پخشینه (۴۰٪ چربی و کم‌تر از ۱٪ اسیدچرب ترانس) تولید شده با ترکیب سه فاز روغنی (پالماستئارین، کانولا، سویا، پنبه دانه، پالموفلیکسویا) و دو پایدارکننده (۱٪ آلژینات سدیم و ۳٪ نشاسته اصلاح شده ذرت مومی) در مقیاس آزمایشگاهی پرداخته اند [۲۵]. در تحقیق دیگری خوش‌طینت و همکاران در سال ۱۳۸۷ به ارزیابی حسی و تعیین ماندگاری نمونه‌های پخشینهٔ تولید شده در مقیاس آزمایشگاهی در دمای یخچال پرداخته و بهترین نتیجه را در تیمار واجد فاز روغنی پالماستئارینوکانولا (۶۰:۴۰) با پایدار کننده نشاسته اصلاح شده ذرت مومی (۳٪) گزارش نمودند [۶]. Fiszman و همکاران در سال ۱۹۹۹ اثر افزودن ژلاتین ماهی روی خواص رئولوژیک و ریزساختار ماست را بررسی نموده و نشان دادند که افزودن ۱/۵٪ ژلاتین سبب بهبود خواص رئولوژیک ماست نسبت به نمونه فاقد ژلاتین می گردد [۲۶]. حداکثر مقدار مدول الاستیک ژل سوریمی ماهی سیم با افزودن ۰/۵٪ ژلاتین حاصل از ماهی سرخو چشم درشت گزارش شده است [۲۷]. بنابراین افزودن ژلاتین ماهی در مواد غذایی مختلف سبب بهبود ویژگی‌های بافتی-رئولوژیک می‌شود.

این مطالعه با هدف بررسی اثرات نسبت‌های مختلف ژلاتین ماهی به پکتین در ویژگی‌های بافتی (شامل استحکام، قابلیت فشردگی، چسبندگی و نیروی برش) و رنگ پخشینه انجام شده تا با ارائه یک نسبت مناسب بتوان از ژلاتین ماهیان به عنوان یک محصول جانبی با ارزش در تهیه پخشینه‌های کم چرب استفاده نمود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه ژلاتین و آماده‌سازی نمونه‌های پخشینه

ماهی‌های کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) پرورشی تازه (۴-۵ ساعت بعد از صید) با متوسط وزن کم‌تر از یک کیلوگرم که واجد ارزش اقتصادی کم‌تری هستند، از بازار محلی انزلی در جنوب دریای خزر خریداری شدند. ماهیان با نسبت یخ به ماهی ۱:۲ (w/w) یخ‌پوشی شده و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. استخراج ژلاتین از پوست ماهیان کپور نقره‌ای به روش جلیلی (۱۳۸۳) انجام شد [۲۸]. بدین ترتیب که ضایعات پوست جمع‌آوری شده از دستگاه استخوان گیر (SEPAmatic, Germany) موجود در مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان پس از پاک کردن، شستشوو آبگیری، در اسید کلریدریک ۰/۴٪ به نسبت ۲ به ۱ (w/v) از اسید به پوست، مخلوط شده و به مدت ۷۰ دقیقه در درجه حرارت ۹۰C° قرار داده و توسط همزن مخلوط شدند. پس از سپری شدن زمان مورد نظر، عمل خنثی‌سازی تا pH حدود ۵/۵-۶ با افزودن پودر بی‌کربنات سدیم صورت گرفت. جهت استخراج کامل ژلاتین، نمونه‌های خنثی شده به مدت یک ساعت در اتو کلاو با درجه حرارت ۱۲۱C° قرار داده شدند. پس از خروج از اتوکلاو در همان حالت نسبتاً داغ، با استفاده از الک با مش ۴۰، پوست‌های باقی‌مانده از فاز مایع جدا و سپس جهت شفاف‌سازی و صاف کردن فاز مایع از روش سانتریفیوژ کردن نمونه‌ها با ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه استفاده گردید. در مرحلهٔ نهایی نمونه‌های ژلاتین توسط آون با خلاء نسبی (کم‌تر از ۰/۵ میلی‌بار) در دمای ۷۰C° (Binder, Germany) به صورت ورقه‌های نازک و شکننده در کف ظرف تغلیظ و خشک شدند. سپس ورقه‌های ژلاتین خشک شده توسط آسیاب کوچک خانگی (FP6001; Moulinex Food Processing, France) به پودر نرم (با استفاده از الک ۴۰ به اندازه ذرات کمتر از ۵۰۰ میکرون) تبدیل شدند. پودر ژلاتین حاصل در کیسه‌های نایلونی پلی‌اتیلینی به صورت غیر قابل نفوذ به رطوبت بسته بندی و تا زمان تولید تیمارها در یخچال نگهداری گردید.

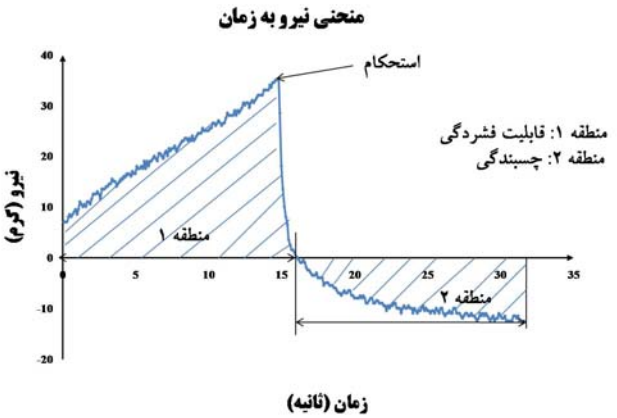
نمونه‌های پخشینه بر پایهٔ ژلاتین ماهی-پکتین، طبق روش گزارش شده توسط Cheng و همکاران (2007) تهیه‌گردید

[۵]. این محصول از دو فاز ساخته شده: فاز آبی و فاز چربی. جهت ساختن فاز آبی از پودر شیر (شیر بدون چربی)، ژلاتین پوست ماهی کپور نقره ای و پکتین (با درجهٔ استری شدن ۶۶-۶۹٪، Sigma-Aldrich, UK)، کلرید سدیم و سوربات پتاسیم (Merck, Germany) استفاده شد. برای فاز چربی، روغن‌های مخلوط تجاری مورد استفاده قرار گرفت.

روش تولید بدین ترتیب بود که مواد فوق به نسبت: روغن‌های مخلوط تجاری مورد استفاده برای تولید مارگارین (عدد یدی۱۰۰/۱۶ و اسیدهای چرب ترانس کم‌تر از ۱٪) ۳٪، کلرید سدیم ۱/۵٪، پودر شیر (کم چرب) ۱٪ و سوربات پتاسیم ۰/۱٪ با یکدیگر (w/w) مخلوط گردیدند. نسبت‌های ۱ به ۱ و ۲ به ۱ از ژلاتین ماهی به پکتین و در مقادیر ۱، ۲ و ۳ درصد (w/w) در محصول جهت مقایسه اثرات ژلاتین ماهی و پکتین بر خصوصیات بافت و کیفیت رنگ محصول تولید گردیدند (جمعاً ۶ تیمار). هریک از نسبت‌ها و مقادیر ژلاتین ماهی و پکتین، همرا با پودر شیر، نمک و سوربات پتاسیم به دقت توزین و در آب مقطر ۵۰C^o مخلوط و به مدت ۲۰ دقیقه توسط همزن خانگی (Moulinex Food Processing, France) با سرعت متوسط بهم زده شدند. پس از آن فاز آبی آرام آرام به فاز چربی افزوده شده و با آسیاب خانگی با سرعت پایین به مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت بالا به مدت ۵ دقیقه مخلوط گردید. سپس امولسیون‌ها به ظروف استیل ۲ لیتری سرد (داخل جعبه حاوی آب، پودر یخ و اندکی ازت مایع تا دمای داخل جعبه به۱۵C^o- کاهش یابد) منتقل و توسط همزن (Berjaya mixer, Malaysia) ابتدا با دور بالا (۱۹۰۰ دور در دقیقه) همزده و با تشکیل شدن کریستال‌ها دور همزن به ۹۰۰ دور در دقیقه کاهش یافت. فرآیند اختلاط (۱۰ دقیقه) با دقت کامل به نحوی انجام شد تا کریستال‌های یخ تشکیل شده روی جداره ظرف تراشیده شده و بافت همگنی تهیه شود. پخشینه تهیه شده درون ظروف پلاستیکی مخصوص بسته‌بندی کره ۲۵ گرمی پر شده و روی آن سلفون کشیده شد. جهت جلوگیری از نفوذ نور، ورقهٔ آلومینیومی نیز اطراف آن پوشانیده گردید. نمونه ها تا زمان انجام آزمایشات در یخچال با دمای ۳-۵C^o نگهداری شدند (کمتر از یک هفته).تیمارهای ۱ و ۲، تیمارهای ۳ و ۴، تیمارهای ۵ و ۶ به ترتیب با فرمول ۱٪، ۲٪ و ۳٪ تهیه شدند و نسبت ژلاتین ماهی به پکتین در تیمارهای ۱، ۳ و ۵ به صورت ۱:۱ و در تیمارهای ۲، ۴ و ۶ به صورت ۱:۲ فرموله شدند.

۲-۲- ویژگی‌های بافت

ویژگی‌های بافت نمونه‌ها با روش عمل شده توسط Cheng و همکاران (2007) مورد بررسی قرار گرفت [۵]. بدین نحو که ابتدا نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق (۲۶±۲C^o) قرار داده شدند تا عمل هم‌دمایی انجام شود. سپس توسط دستگاه آنالیز بافت (Brookfiled CT3, England) مجهز به پروب استوانه‌ای شفاف (قطر ۴ میلی‌متر) انجام شد. مقدار فاصله وسرعت نفوذ به ترتیب ۱۵ میلی‌متر و ۱میلی‌متردرثانیهتنظیم گردید. پس از فشرده شدن نمونه‌ها با استفاده از منحنی نیرو (g) به زمان (s)، استحکام بافت (حداکثر نیرو؛ g)، قابلیت فشردگی (مساحت منطقه مثبت؛ g.s) و چسبندگی (مساحت منطقه منفی؛ g.s) طبق شکل ۱ محاسبه شد. آزمون برش توسط روش Vasicو deMan(1967) با اندکی تغییرات انجام شد [۲۹]. به طوری‌که نمونه‌ها در دمای ۰ C^o توسط پروب سیمی از وسط و عمود بر آن‌ها با سرعت ۱ میلی‌متر در ثانیه به دو قسمت برش داده شدند و حداکثر نیرو براساس کیلوگرم نیرو بیان شد.



شکل ۱ منحنی تیپیک نیرو به زمان جهت تعیین ویژگی‌های بافت نمونه‌های پخشینه با نسبت‌های مختلف ژلاتین ماهی به پکتین.

۲-۳- تعیین رنگ

پارامترهای رنگ نمونه‌ها توسط دستگاه رنگ‌سنج (Hunterlab Colorflex, USA) محاسبه شدند. به طوری‌که نمونه‌ها در پلیت‌های استاندارد بی‌رنگ قرار داده شدند و فاکتورهای L^* از ۰ (سیاه) تا ۱۰۰ (سفید)، a^*از ۸۰- (سبز) تا ۱۰۰ (قرمز) و b^* از ۸۰- (آبی) تا ۷۰ (زرد) برای هریک از نمونه‌ها اندازه‌گیری شدند. شاخص زردی و سفیدی توسط فرمول‌های زیر محاسبه شدند [۳۰ و ۳۱].

$$\text{شاخص زردی} = \frac{142.86 \times b}{L}$$

$$100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{\frac{1}{2}}$$: شاخص سفیدی

۲-۴- تجزیه و تحلیل آماری

تمام آزمایش‌ها با ۳ تکرار نانجام و آنالیز واریانس یکطرفه برای مقایسه میانگین‌ها وسط نرم افزار SPSS 15.0 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. جهت تعیین معنی دار بودن یا نبودن اختلافات بین میانگین صفات از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. تمام مقایسه‌ها در سطح معنی‌دار ۵ درصد مورد ارزیابی قرار گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی‌های بافت

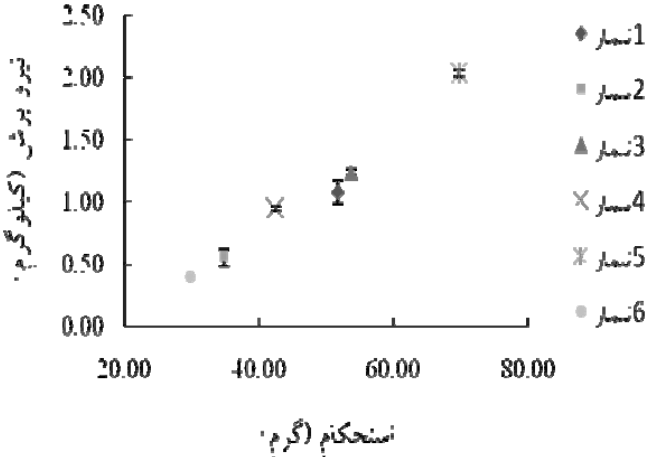
برخی از ویژگی‌های بافتی نمونه‌های پخشینه در جدول ۱ خلاصه شده است. با توجه به نتایج ویژگی‌های بافت شامل پارامترهای استحکام، قابلیت فشردگی و چسبندگی به میزان قابل توجه‌ای با افزایش میزان جایگزینی پکتین نسبت به ژلاتین ماهی افزایش یافت. در میان پارامترهای گزارش شده، قابلیت فشردگی، میزان کار مورد نیاز برای تغییر شکل و مقابله با قدرت داخلی بافت جهت حفظ شکل اولیه خود را نشان می‌دهد [۳۲]. بنابراین با بررسی میزان این پارامتر در این تحقیق، مشاهده شد که حضور پکتین در تشکیل یک شبکه متراکم‌تر در مقایسه با استفاده از ژلاتین ماهی به تنهایی در بافت داخلی نمونه‌ها اثر می‌گذارد. این نتایج با یافته‌های Cheng و همکاران (2007) همسو است [۵]. کاهش شاخص چسبندگی به میزان قابل توجه‌ای با جایگزین یبیشتر ژلاتین ماهی نسبت به پکتین در نمونه‌ها مشهود بود. مشابه این نتایج، Cheng و همکارن (2007) بیشترین (۱۸/۸۳±۲۸۶/۳۳ گرم ثانیه) و کم‌ترین (۵۳/۵۴±۱۹۹/۱۷ گرم ثانیه) شاخص چسبندگی را به ترتیب در نمونه‌های پخشینه واجد کم‌ترین و بیشترین مقدار ژلاتین ماهی نسبت به پکتین (به ترتیب ۲:۱ و ۳:۰) گزارش نمودند [۵].

جدول ۱ خصوصیات بافتی نمونه‌های پخشینه با نسبت‌های مختلف ژلاتین ماهی به پکتین.

نمونه	استحکام (گرم نیرو)	قابلیت فشردگی (گرم ثانیه)	چسبندگی (گرم ثانیه)	برش (کیلوگرم نیرو)
تیمار۱	۵۱/۷۵±۳/۸۸۹^{a*}	۴۷۱/۷۵±۲۰/۹۴۵^{ba}	۲۰۳/۸۹±۱۱/۳۶۳^{ac}	۱/۰۸±۰/۰۲۴^{ed}
تیمار۲	۴۲/۵۰±۰/۷۰۷^{b}	۳۲۱/۵۴±۱/۲۷۳^{ab}	۱۹۰/۹۹±۴/۳۷۰^{ad}	۰/۵۵±۰/۰۶۸^{ec}
تیمار۳	۵۳/۷۵±۱/۰۶۱^{a}	۶۰۲/۱۹±۱۶/۷۶۶^{abc}	۲۵۰/۴۹±۲/۵۳۹^{ab}	۱/۲۴±۰/۰۹۹^{ea}
تیمار۴	۳۴/۷۵±۰/۳۵۴^{c}	۴۶۶/۶۳±۱۵/۱۳۲^{ba}	۱۱۸/۳۸±۳/۳۹۸^{ae}	۰/۹۴±۰/۰۱۹^{eb}
تیمار۵	۶۹/۷۵±۱/۷۶۱^{d}	۷۶۷/۲۶±۲۸/۴۶۱^{abc}	۲۶۲/۰۳±۱۳/۸۵۲^{ab}	۲/۰۴±۰/۰۲۸^{de}
تیمار۶	۲۹/۷۵±۳/۱۸۲^{e}	۲۷۳/۵۷±۳/۴۷۲^{ab}	۶۵/۴۳±۴/۷۶۶^{da}	۰/۴۱±۰/۰۰۱^{ec}

* میانگین± انحراف معیار. حروف مشابه در هر ستون نشانه عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌دادها می‌باشد ($p\leq$۰/۰۵). نسبت ۱:۱ ژلاتین ماهی به پکتین در تیمارهای ۱ (۱٪)، ۳ (۲٪) و ۵ (۳٪) و نسبت ۱:۲ ژلاتین ماهی به پکتین در تیمارهای ۲ (۱٪)، ۴ (۲٪) و ۶ (۳٪).

یکی از ویژگی‌های مهم پخشینه ها قابلیت گسترش‌پذیری آن‌ها در دمای ۴C^{o} است [۲۱]. ارتباط مستقیمی بین شاخص استحکام و قابلیت گسترش‌پذیر پیخشینه‌ها گزارش شده است [۳۳و ۳۴]. در تیمار ۵ که واجد سطح بالا (فرمول ۳٪) و نسبت ژلاتین به پکتین ۱:۱ بود، بالاترین شاخص استحکام (۱/۷۶۱±۶۹/۷۵ گرم) مشاهده شده ($p\leq$۰/۰۵) که در نتیجه قابلیت گسترش پذیری آن نیز کاهش می‌یابد. نیروی برش در نمونه‌ها با افزایش نسبت ژلاتین ماهی به پکتین روند کاهش را نشان داده که با روند کاهش شاخص استحکام همراه بود. به طور کلی بین نیروی برش و شاخص استحکام همبستگی مثبت بالایی مشاهده شد (r^2=۰/۹۷۳) (شکل ۱). مشابه این نتایج، وجود همبستگی مثبت بین شاخص استحکام و نیروی برش در آنالیز ویژگی‌های بافت مواد غذایی لبنی گزارش شده است [۳۵].



شکل ۱ رابطه بین نیرو برش (گرم) و استحکام (کیلوگرم) در نمونه‌های پخشینه با نسبت‌های مختلف ژلاتین ماهی به پکتین ($y=0.0394x-0.812$; $R^2=0.973$). نسبت ۱:۱ ژلاتین ماهی به پکتین در تیمارهای ۱ (۱٪)، ۳ (۲٪) و ۵ (۳٪) و نسبت ۱:۲ ژلاتین ماهی به پکتین در تیمارهای ۲ (۱٪)، ۴ (۲٪) و ۶ (۳٪).

۳-۲- رنگ

ویژگی‌های رنگ نمونه‌ها به طور قابل توجهی تحت تأثیر نسبت ژلاتین ماهی و پکتین قرار گرفت (جدول ۲). بدین نحو که میانگین پارامتر روشنایی با افزایش سطح پکتین و افزایش آن نسبت به ژلاتین ماهی در فرمولاسیون نمونه‌ها افزایش یافت. بهبود شاخص روشنایی در نمونه‌های پخشینه واجد پکتین احتمالاً به توانایی این هیدروکلوئید به تشکیل یک ماتریکس روشن نسبت به ژلاتین ماهی نسبت در ارتباط بوده و گزارش شده است که پکتین با تعاملات الکترواستاتیک خودسبب ثبات رنگ محصول می‌شود [۵۰]. با توجه به این ارتباط، آنتوسیانین ها ممکن است از حمله به آب، که منجر به نوبه خود به رنگ ستابیلیزاتیون جلوگیری می شود. استاندارد ملی ایران (شماره ۱۴۳) رنگ سفید خامه‌ای تا زرد [۳۶] و Moharram و همکاران (2006) رنگ بژ (میانگین پارامتر b^* برابر ۱۵/۹۱۶) را به عنوان رنگ قابل قبول و بازار پسند پخشینه بیان می‌کنند [۳۷]. از این رو، شاخص سفیدی و زردی حاصل از نمونه‌های پخشینه آماده شده در این تحقیق با استاندرد های بازارهای ملی و بین‌المللی سازگار است. افزایش رنگ زرد در پخشینه به دلیل وجود رنگدانه طبیعی بتا-کاروتن گزارش شده است [۳۸]. بنابراین تیمارهای حاوی سطح و نسبت بالایی از ژلاتین ماهی که شاخص زردی محصول را بیشتر می‌نمایند، احتمالاً حاوی میزان بیشتری بتا-کاروتن هستند. بتا-کاروتن به عنوان پیش‌ساز ویتامین A و یکی از مواد آنتی‌اکسیدان قوی به شمار می‌رود [۳۸]. اما تحقیقات تکمیلی در اثبات این موضوع مورد نیاز است. Honfo و همکاران (2011) شاخص روشنایی و زردی پخشینه حاصل از روغن دانه درخت *Vitellaria paradoxa* را به ترتیب ۷۲/۵±۰/۱۱ و ۱۴/۹±۰/۱۲ محاسبه کرده‌اند که از نتایج این تحقیق کم‌تر است [۳۹].

جدول ۲ ویژگی‌های رنگ نمونه‌های پخشینه با نسبت‌های مختلف ژلاتین ماهی به پکتین

نمونه	شاخص سفیدی (٪)	شاخص زردی (٪)	b^*	a^*	L^*
تیمار۱	۷۱/۵۴±۰/۰۱۴^{a*}	۳۹/۷۰±۰/۰۲۷	۲۳/۳۰±۰/۰۱۴	۲/۵۱±۰/۰۱۴^{bc}	۸۳/۸۶±۰/۰۰۷
تیمار۲	۷۳/۱۶±۰/۰۱۱^{b}	۳۷/۰۹±۰/۰۲۴	۲۲/۰۵±۰/۰۱۳	۲/۵۱±۰/۰۰۷^{bc}	۸۴/۹۲±۰/۰۱۰
تیمار۳	۷۷/۹۳±۰/۰۱۲^{c}	۲۹/۵۲±۰/۰۲۵	۱۸/۰۹±۰/۰۱۴	۲/۲۰±۰/۰۳۵	۸۷/۵۶±۰/۰۰۷
تیمار۴	۷۹/۴۹±۰/۰۳۰^{d}	۲۶/۹۱±۰/۰۶۷	۱۶/۶۰±۰/۰۴۲	۱/۹۸±۰/۰۲۱	۸۸/۱۳±۰/۰۰۹
تیمار۵	۸۰/۶۶±۰/۰۰۴^{e}	۲۵/۴۲±۰/۰۱۹	۱۵/۸۵±۰/۰۱۴	۱/۹۹±۰/۰۰۷	۸۹/۰۹±۰/۰۱۴
تیمار۶	۷۸/۶۲±۰/۰۰۳^{f}	۲۸/۰۱±۰/۰۱۲	۱۷/۱۴±۰/۰۰۹	۲/۱۴±۰/۰۲۸	۸۷/۳۹±۰/۰۲۱

* میانگین± انحراف معیار. حروف مشابه در هر ستون نشانه عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین دادها می‌باشد ($p\leq$۰/۰۵).نسبت ۱:۱ ژلاتین ماهی به پکتین در تیمارهای ۱ (۱٪)، ۳ (۲٪) و ۵ (۳٪) و نسبت ۱:۲ ژلاتین ماهی به پکتین در تیمارهای ۲ (۱٪)، ۴ (۲٪) و ۶ (۳٪).

۴- نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد که خواص بافتی و رنگ پخشینه به طور قابل توجه ای با نسبت‌های مختلف از ژلاتین ماهی به پکتین تحت تاثیر قرار می‌گیرد. دو متغییر ژلاتین ماهی و پکتینبه عنوان مکمل در بهبود ویژگی‌های کیفی پخشینه مثمر ثمر بودند. بدین نحو که کاهش در جایگزینی ژلاتین ماهی با پکتین در نمونه‌های پخشینه منجر به افزایش قابل توجه‌ای در ویژگی‌های بافت و رنگ می‌شود و بهترین نتیجه در فرمول٪ با نسبت ژلاتین ماهی به پکتین ۱:۱حاصل شد (تیمار ۵).با این حال، تحقیقات بیشتری جهت مقایسه با این مشاهدات مورد نیاز است.

۵- سپاسگزاری

نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از تلاش‌ها و همکاری‌های آقایان مهندس زجاجی مسئول آزمایشگاه صنایع غذایی مجتمع آزمایشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران و مهندس تألهی مسئول آزمایشگاه صنایع غذایی دانشگاه تربیت مدرس تهران اعلام می‌دارند.

۶- منابع

[1] Varnam, A. H. and Sutherland, J. P. 2001. Milk and milk products: technology, chemistry and microbiology. Chapman and Hall, London, UK.2nd edition, pp. 204-205.

[2] Food Standards Agency. 2010. Guidance on legislation for spreadable fats and other yellow fat spreads. Revision 1, England, 25 P.

[3] Kim, B. H. and Akoh, C. C. 2005. Chemical and Physical Properties of Butterfat-Vegetable Oil Blend Spread Prepared with Enzymatically Transesterified Canola Oil and Caprylic Acid. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(12): 4954-61.

[4] Chronakis, I. S. and Kasapis, S. 1995. Preparation and analysis of water continuous very low fat spreads. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 28: 488-494.

[5] Cheng, L. H., Lim, B. L., Chow, K. H., Chong, S. M. and Chang, Y. C. 2007. Using fish gelatin and pectin to make a low-fat spread. Journal of Food Hydrocolloids, 22: 1637-1640.

[6] Khoshtinat, K., Alvand, A., Zandi, P., Safafar, H., Mazloumi, M. T. and Sharifzadeh, Z. 2008. Sensory evaluation and shelf-life determination of low fat and low trans spreads. Iranian Journal of Nutrition Science Food Technology, 3(2):13-22. [in Persian]

[7] Berglund, G., Nilsson, P. M. and Leosdottir, M. 2007. Fat intake and cardiovascular health: Are we completely misinformed?. Journal of Lakartidningen, 104: 3780-3784.

[8] O'Brien, R. D. 2004. Fats and oils: formulating and processing for applications. New York CRC Press. pp. 235-474.

[9] Kelishadi, R., Hashemi Pour, M., Sarraf Zadegan, N., Kahbazi, M., Sadry, G., Amani, A., Rezvan Ansari, M. S., Hassan Alikhassy, M. S. and Nasrollah, B. 2004. Dietary fat intake and lipid profiles of Iranian adolescents: Isfahan healthy heart program – heart health promotion from childhood. Journal of Preventive medicine, 39: 760-766. [in Persian]

[10] Clegg, S. M., Moore, A. K. and Jones, S. A. 1996. Low-fat margarine spreads as affected by aqueous phase hydrocolloids. Journal of Food Science, 61(5): 1073-1079.

[11] Ross-Murphy, S. B. 1992. Structure and rheology of gelatin gels. Journal of Recent Progression in Polymer, 33: 2622-2627.

[12] Chrysan, M. M. 2005. Margarines and spreads. In: Shahidi, F. (Eds.). Bailey's Industrial Oil and Fat Products. John Wiley and Sons, Inc. 6 Volume Set, 6th Edition, pp. 33-81.

[13] Razavi, S. M. A., Habibi Najafi, M. B. and Alaee, Z. 2008. Rheological characterization of low fat sesame paste blended with date syrup. International Journal of Food Properties, 11: 92-101.

[14] Karim, A. A., Bhat, R. 2008. Gelatin alternatives for the food industry: recent developments, challenges and prospects. Trends in Food Science and Technology, 19: 644-656.

[15] Wilesmith, J. W., Ryan, J. B. M. and Atkinson, M. J. 1991. Bovine spongiform encephalopathy: epidemiological studies on the origin. Journal of Veterinary Record, 128: 199-203.

[16] Karim, A. A. and Bhat, R. 2009. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. Journal of Food Hydrocolloids, 23(3): 563-576.

[17] Choi, S. S. and Regenstein, J. M. 2000. Physico-chemical and sensory characteristics

of fish gelatin. Journal of Food Science, 65: 194-199.

[18] Cole, C. G. B. 2000. Gelatin. In: Francis, F. J. (Eds.). Encyclopedia of food science and technology. New York, Wiley, pp. 1183-1188.

[19] Gudipati, V. 2013. Fish Gelatin: A versatile ingredient for the food and pharmaceutical industries. In: Kim, S. (Eds.). Marine Proteins and Peptides: Biological Activities and Applications. Wiley and Sons, Inc. UK, pp. 271-287.

[20] Benjakul, S., Kittiphattanabawon, P. and Regenstein, J. M. 2012. Fish gelatin. In: Simpson, B.K (Eds.). Food Biochemistry and Food Processing. Wiley and Sons, Inc. UK, pp. 388-406.

[21] Leroux, J., Langendorff, V., Schick, G., Vaishnav, V. and Mazoyer, J. 2003. Emulsion stabilizing properties of pectin. Journal of Food Hydrocolloids, 17: 455-462.

[22] Kim, Y., Kim, Y. S., Yoo, S. H. and Kim, K. O. 2009. Molecular differences of low methoxy pectins induced by pectin methyl esterase I: Effects on texture, release and perception of aroma in gel systems. Food Chemistry, 123: 451-455.

[23] Dalzell, J. M. 1997. LFRA Ingredients Handbook. Food Colours, Leatherhead, Surrey. U.K. Letherhead Food RA.pp. 1361-1394.

[24] Muego, K. F., Resurreccion, V. A. and Hung, Y. C. 1990. Characterization of the textural properties of spreadable peanut based products. Journal of Texture Studies, 21: 61-73.

[25] Alvand, A., Khoshtinat, K., Zandi, P., Safafar, H., Mazloumi, M. T. and Sharifzadeh, Z. 2007. Formulation and in-vitro production of low fat and low trans spreads. Iranian Journal of Nutrition Science Food Technology, 2(1):11-19. [in Persian]

[26] Fisezman, S. M., Lluch, M. A. and Salvador, A. 1999. Effect of addition of gelatin on microstructure of acidic milk gels and yoghurt and on their rheological properties. International Dairy Journal, 9: 895-901.

[27] Binsi, P. K., Shamasundar, B. A., Dileep, A. O., Badii, F. and Howell, N. K. 2009. Rheological and functional properties of gelatin from the skin of bigeye snapper (*Priacanthus hamrur*) fish: Influence of gelatin on the gel forming ability of fish mince. Food Hydrocolloids, 23: 132-145.

[28] Jalili, S. H. 2004. Comparison of efficiency and quality of gelatin extracted from the skin of the four dominant ray fish species in the Persian Gulf. Iranian Fisheries Journal, 13(3): 55-68. [in Persian]

[29] Rhim, J. W., Wu, Y., Weller, C. L. and Schnepf, M. 1999. Physical Characteristics of a Composite Film of Soy Protein Isolate and Propyleneglycol Alginate. Journal of Food Science, 64(1): 149-152.

[30] Bolin, H. R. and Huxsoll, C. C. 1991. Control of minimally processed carrot (*Dascus carota*) surface discoloration caused by abrasion peeling.Journal of Food Science, 56: 416- 418.

[31] deKruil, G. G. and Tuinier, R. 2001. Polysaccharide protein interactions. Journal of Food Hydrocolloids, 15: 555-563.

[32] Li, Z. 2013. The effect of compressibility, loading position and probe shape on the rupture probability of tomato fruits. Journal of Food Engineering, 119(3): 471-476.

[33] Rohm, H. 1990. Magnitude estimation of butter spreadability by untrained panelists. Journal of Food Science and Technology, 23: 550-552.

[34] Tunick, M. H. 2000. Rheology of dairly foods that gel, stretch and fracture. Journal of Dairy Science, 83: 1892-1898.

[35] Hubbermann, E. M., Heins, A., Stockmann, H. and Schwarz, K. 2006. Influence of acids, salt, sugars and hydrocolloids on the colour stability of anthocyanin rich blackcurrant and elderberry concentrates. European Food Research Technology, 223: 83-90.

[36] Moharram, H., Ray, J., Ozbas, S., Juliani, H. and Simon, J. 2006. Shea butter: Chemistry, quality, and new market potentials. American Chemical Society Symposium 925, pp. 326-340.

[37] Nahm, H. S. 2011. Quality characteristics of West African shea butter (*Vitellaria paradoxa*) and approaches to extend shelf-life.Master of Science, State University of New Jersey (USA), 133 P.

[38] Krinsky, N. I. and Johnson, E. J. 2005. Carotenoid actions and their relation to health and disease. Journal of Molecular Aspects of Medicine, 26: 459-516.

[39] Honfo, F. G., Hell, K., Akissoe, N. and Coulibaly, O. 2011. Microbiological and physicochemical characterization of shea butter sold on Benin markets. Journal of Stored Products and Postharvest Research, 3(3): 24-29.

Effects of silver carp gelatin and pectin on texture and color properties of a fat spread

Jalili, S. H.[1], Hosseini-Shekarabi, S. P.[2 *]

1. Iranian Fisheries Science Research Organization, National Fish Processing Technology Research Centre
2. Ph.D. student, Young researchers club, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

(Received: 92/3/23 Accepted: 92/10/8)

Manufacturing of low-fat spread products due to the prevalence of obesity and cardiovascular disease in the world is expanding. Utilization of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) waste as a cultured species with high abundance and relatively low price, gelatin was prepared from the waste.The aim of this study was to in vitro production of the fat spread samples containing the three formula 1-3%with different cultured silver carp gelatin to pectin ratio (1:1 and 1:2) and evaluating the color and texture characteristics of the fat spread samples prepared by different fish gelatin to pectin ratio using colorimeter and texture analyzer.Firmness (69.75±1.767 g), compressibility (767.26±28.41 g.s) and adhesiveness (262.03±13.852 g.s) attributes were found at the highest level in the treatment contains fish gelatin to pectin ratio of 1:2 withformula 3% ($p\leq0.05$). The highest yellowness index (39.70±0.027%) and the lowest whiteness index (71.54±0.014%) were measured in the treatment contains 1:1 (fish gelatin to pectin) with formula 1% ($p\leq0.05$). Significant positive correlation between the shear test (kg) and firmness results of the samples was observed ($r^2=0.973$). It was found that decreasing with higher substitution of fish gelatin with pectin leads to increase firmness, compressibility, adhesiveness and elasticity properties of fat spread samples significantly. With respect to low-fat productions due to their importance in society health and the results of this investigation, applying a formula with fish gelatin to pectin ratio of 1:1 (3%) at a larger scale is recommended.

Key Words: Fish gelatin, Pectin, Texture properties, Color, Fat spread

* Corresponding Author E-Mail Address: hosseini.pezhman@yahoo.com