شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹
صفحات ۵۶۵-۵۵۱

تولید سوریمی از ماهی پیکو (*Ilisha megaloptera*) و بررسی تغییرات فیزیکو-شیمیایی، رئولوژیکی و کیفیت حسی آن تحت تاثیر افزودن صمغ کنجاک (*Amorphophallus konjac*)

درنوش جعفرپور[1]*، پریسا عطایی[2]

۱. استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فسا، فارس، ایران
۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد، رشته علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه فسا، فارس، ایران

تاریخ ارسال: ۱۳۹۹/۰۶/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۱۳

چکیده

در این پژوهش از اندازه‌های غیر بازاری ماهی پیکو که کمتر مورد استقبال مصرف کنندگان قرار می‌گیرد جهت تولید سوریمی استفاده شد و تاثیر هیدروکلوئید کنجاک بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی محصول تولید شده از این نوع ماهی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور، مقادیر مختلف صمغ کنجاک در غلظت‌های ۰/۲۵، ۰/۵۰ و ۰/۷۵ درصد به نمونه‌های سوریمی ماهی پیکو افزوده شد و با نمونه شاهد (سوریمی بدون کنجاک) مقایسه گردید. سوریمی و ژل تولیدی از نظر ترکیبات شیمیایی، ظرفیت نگهداری آب و فاکتورهای رنگی مورد ارزیابی قرار گرفتند و بررسی ویژگی‌های بافتی و ارزیابی حسی در مورد ژل‌های تولیدی انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که با افزودن صمغ کنجاک به نمونه‌های سوریمی و ژل سوریمی، میزان فاکتور روشنایی (L*) در مقایسه با نمونه شاهد کاهش یافته در حالی که رطوبت و ظرفیت نگهداری آب نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). با افزایش غلظت صمغ کنجاک در ژل سوریمی، پارامترهای مربوط به بافت (سفتی، انسجام، چسبندگی، فنریت و قابلیت جویدن) به طور معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت. ارزیابی‌های حسی نیز نشان داد که افراد ارزیاب در مورد ژل سوریمی حاصل از ماهی پیکو بیشترین امتیاز را به تیمار ۰/۵ درصد اختصاص دادند. بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر مشخص شد که ماهی پیکو پتانسیل تولید سوریمی را داشته و با افزودن کنجاک می‌توان خصوصیات آنرا بهبود بخشید.

واژگان کلیدی: سوریمی، ماهی پیکو، صمغ کنجاک، بافت، ارزیابی حسی

* نویسنده مسئول: درنوش جعفرپور
Email: d.jafarpour84@yahoo.com

Journal of Fisheries
Vol. 73, No. 4, Winter 2020
pp. 551-565

Production of surimi from Ilisha (*Ilisha megaloptera*) and survey its physicochemical, rheological and sensory quality changes under the influence of Konjac (*Amorphophallus konjac*) gum addition

Dornoush Jafarpour[1*], Parisa Ataei[2]

1. Assistant professor, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University of Fasa Branch, Fars, Iran
2. MSc. Department of Food Science and Technology, Fasa University, Fasa, Iran

Received: 20-Sep-2020 **Accepted: 03-Dec-2020**

Abstract

In this study, non-market sizes of Ilisha fish, which are less welcomed by consumers, were used to produce surimi and the effect of Konjac gum on the physicochemical properties of the product produced from this type of fish was investigated. For this purpose, different amounts of Konjac gum in concentrations of 0.25, 0.50 and 0.75 % (w/w) were added to the surimi samples of Ilisha fish and compared with the control sample (without gum). Surimi and the produced gel were evaluated in terms of chemical composition, water holding capacity and color factors, and textural properties and sensory evaluation were performed on the produced gels. The results showed that by adding Konjac gum to surimi samples and surimi gels, the amount of lightness (L*) decreased compared to the control sample while the moisture and water holding capacity of the samples increased significantly ($p<0.05$). By increasing the concentration of Konjac in surimi gel, the parameters of texture (firmness, cohesiveness, adhesiveness, springiness, chewiness) increased significantly compared to the control sample. Sensory evaluations also showed that the panelists assigned the highest score to the 0.5 % Konjac treatment for surimi gel from the Ilisha. Based on the findings of the present study, it was found that Ilisha has the potential to produce surimi and by adding Konjac gum, its properties can be improved.

Keywords: Surimi, Ilisha fish, Konjac hydrocolloid, Texture, Sensory evaluation.

Corresponding author: Dornoush Jafarpour Email: d.jafarpour84@yahoo.com

۱. مقدمه

همه ساله در جریان صید ماهیان دریایی برخی از گونه‌هایی که صید می‌شوند برای مصرف انسان مناسب نیستند. حدود ۳۰ درصد از مجموعه صیدی که به عرشه منتقل می‌شود به دلایل مختلف مثل رنگ نامطلوب، طعم، اندازه کوچک و چربی زیاد به عنوان مازاد صید یا کم مصرف شناخته می‌شود که این خود عامل مهمی در اتلاف این منابع غنی محسوب می‌شود (FAO, 2012). از این رو لازم است تمهیداتی به‌کار برده شود تا بتوان از این گونه‌ها برای مصارف انسانی بهره گرفت. از شناخته‌ترین تکنولوژی‌ها جهت استفاده از ماهیان کم‌مصرف و دیگر منابع آبزی، چرخ کردن گوشت و بهره‌گیری از آن جهت تولید محصولات متنوع دیگر می‌باشد (جعفرپور، ۱۳۹۲). سوریمی[1] واژه‌ای ژاپنی است که به گوشت ماهی استخوان‌گیری شده، چرخ شده و شسته شده با آب اطلاق می‌شود که به منظور تولید فرآورده‌های تقلیدی مانند پای خرچنگ، لابستر و اویستر مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hajidoun and Jafarpour, 2013). سوریمی کنسانتره پروتئین‌های میوفیبریل بدست آمده از گوشت چرخ شده و شسته شده است که واجد ویژگی‌هایی شامل رنگ روشن، تعدیل محسوس در طعم و بوی طبیعی ماهی و چربی کم است (Park, 2014). سوریمی با وجود مقادیر بالایی از پروتئین‌های میوفیبریل دارای خصوصیات ژل‌شوندگی منحصر به فردی است که آن را به ماده‌ی غذایی پایه با عملکرد بسیار عالی برای تولید محصولات غذایی مانند برگر، سوسیس و غیره تبدیل کرده است. از ترکیبات مورد استفاده برای اصلاح و بهبود ویژگی‌های سوریمی می‌توان به نشاسته، افزودنی‌های پروتئینی و هیدروکلوئیدها اشاره کرد (Park, 2014). کنجاک گلوکومانان از غده‌های گیاه (*Amorphophallus konjac*) از خانواده Araceae استحصال می‌گردد و نوعی هیدروکلوئید است. این پلی ساکارید خنثی به خاطر توانایی جذب آب بالا، به عنوان تشکیل‌دهنده ژل و عامل سفت‌کننده در غذاهای سنتی آسیایی استفاده می‌شود (Zhang *et al*., 2015). هم‌چنین از آن به عنوان یکی از ویسکوزترین فیبرهای رژیمی یاد می‌کنند. استفاده آن در کشورهای غربی به عنوان یک جزء در غذاهای فراسودمند رو به گسترش است. محصولات کنجاک توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) در لیست ۱۰ غذای سالم برتر قرار گرفته (Al-Ghazzewi *et al*., 2007; Takigami *et al*., 1997). هم‌چنین استفاده از آن به عنوان یک افزودنی غذایی در اروپا مجاز شناخته شده است و به عنوان[2](GRAS) توسط سازمان غذا و دارو[3](FDA) طبقه‌بندی می‌گردد. علاوه بر این استفاده از کنجاک به خاطر نقش مهم آن در کنترل وزن، اصلاح متابولیسم میکروبی روده، خارج ساختن رادیکال‌های آزاد، ممانعت از رشد تومورهای نهفته و پیشرفته نادر، بسیار مورد توجه است (Zhang *et al*., 2015).

حسینی شکرابی و همکاران (۱۳۹۳)، در پژوهشی اثرات هیدروکلوئیدهای مختلف را بر ویژگی‌های بافتی و ریز ساختاری ژل سوریمی بررسی کردند و گزارش کردند برخی هیدروکلوئیدها از جمله کتیرای ایرانی بهترین نتیجه را در بهبود خواص بافتی و ریز ساختار ژل سوریمی در مقایسه با صمغ زانتان، کیتوزان و کنسانتره پروتئین آب پنیر دارد و کمترین تاثیر مطلوب با افزودن زانتان حاصل می‌شود. Hai-hua و Chang-hu (۲۰۰۹)، تاثیر هیدروکلوئیدهای مختلف را بر ویژگی‌های ژل سوریمی بررسی کردند و نشان دادند که افزودن هیدروکلوئیدهای مختلف تاثیرات متفاوتی بر ویژگی‌های بافتی سوریمی‌دارد. کاراگینان و آگار نیروی شکست ژل سوریمی را افزایش داده در حالی که زانتان منجر به کاهش نیروی شکست ژل سوریمی می‌شود و آلژینات نیز تاثیر منفی ناچیزی دارد. افزودن هر یک از این هیدروکلوئیدها تغییر شکل ژل سوریمی را کاهش می‌دهد. Xiong و همکاران (۲۰۰۹)، به بررسی تاثیر کنجاک گلوکومانان بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی ژل

1 Surimi
2 Generally Recognized As Safe
3 Food and Drug Administration

سوریمی حاصل از ماهی *Ctenopharyngodon idella* پرداختند و بیان کردند با افزایش غلظت کنجاک نیروی لازم جهت شکست و تغییر شکل ژل سوریمی افزایش می‌یابد و ظرفیت نگهداری آب بهبود می‌یابد.

صنعت سوریمی عمدتا از ماهی پولاک آلاسکا به عنوان اصلی‌ترین منبع برای تولید سوریمی استفاده می‌کند. اما با توجه به افزایش جمعیت جهان و بعضا تهی شدن ذخایر ماهیان و به دنبال آن کاهش تولید سوریمی تولیدشده از ماهی پولاک آلاسکا (به دلیل وضع قوانین محدودکننده صید)، ضرورت استفاده از گونه‌های جدید امری مبرم شمرده می‌شود (Park, 2014). ماهی پیکو (*Ilisha megaloptera*) از جمله ماهیان استخوانی بوده که متعلق به خانواده Pristigasteridae می‌باشد. این ماهی ساکن مناطق گرمسیری و از ماهی‌های بومی خلیج فارس و دریای عمان است. حداکثر طول استاندارد ماهی پیکو ۲۸ سانتی‌متر و دارای بدن مرتفع می‌باشد (Jamshidi *et al*., 2018). از آنجا که اندازه‌های کوچک این نوع ماهی در ایران کمتر مورد استقبال مصرف کنندگان قرار می‌گیرد و از طرفی ویژگی‌های تولید سوریمی از آن گزارش نشده است، از این رو هدف از انجام این مطالعه بررسی امکان تولید سوریمی و ژل سوریمی از ماهی پیکو بوده و نیز ارزیابی تاثیر هیدروکلوئید کنجاک بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی محصول تولید شده از این نوع ماهی می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. مواد

ماهی مورد استفاده در این پژوهش با نام محلی پیکو با وزن تقریبی ۳۱/۶±۲۲۵/۷ گرم و اندازه متوسط ۱/۲±۱۵/۲ سانتی‌متر به صورت تازه از اسکله صیادی در شهر بوشهر تهیه گردید و پس از قرارگیری در محفظه یخ بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد. صمغ کنجاک (*Amorphophallus konjac*) مورد استفاده در این پژوهش از شرکت بهین آزما (شیراز، ایران) تهیه شد. تمام مواد شیمیایی مورد استفاده نیز از شرکت مرک آلمان تهیه شدند.

۲.۲. آماده‌سازی سوریمی

آماده سازی سوریمی بر اساس دستورالعمل Gorczyca و Jafarpour (۲۰۰۹) انجام شد. بدین منظور ابتدا ماهی‌ها با آب سرد کاملا شستشو شدند. پس از سرزنی، تخلیه شکمی و شستشو، پوست ماهی و استخوان‌های آن به صورت دستی زدوده شد و به صورت فیله درآمد. سپس گوشت آن با استفاده از چرخ گوشت خانگی (بوش مدل MFW68640، آلمان) با منفذ دو میلی‌متر چرخ گردید. سپس گوشت چرخ شده با آب سرد ۵ تا ۸ درجه سانتی‌گراد به نسبت ۱ به ۴ (گوشت:آب) به مدت ۱۰ دقیقه شسته و عملیات آبگیری با استفاده از پارچه تنظیف با چشمه یک میلی‌متر به صورت دستی انجام شد. پس از ۲ بار شستشو با آب خالص و آبگیری، مرحله نهایی شستشو با آب نمک ۰/۳ درصد انجام پذیرفت. پس از آبگیری نهایی، با استفاده از یک وزنه سنگین عملیات فشرده سازی به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه بر روی گوشت چرخی ماهی صورت گرفت تا آب آن به طور کامل خارج شود. بعد از آن صمغ کنجاک با درصدهای ۰/۲۵، ۰/۵۰ و ۰/۷۵ ٪ (w/w) به سوریمی بدست آمده افزوده و سپس با استفاده از مولینکس (Moulinex مدلDPA1، فرانسه) به مدت ۳ دقیقه هموژن شد (Gorczyca and Jafarpour, 2009). دمای سوریمی در تمامی مراحل زیر ۱۵ درجه سانتی‌گراد نگه‌داشته شد. سپس نمونه‌ها در روکشی از جنس پلی آمید با قطر ۳۰ میلی‌متر قرار داده شد. جهت انجام این مرحله سوریمی به صورت یکنواخت و بدون هوا وارد روکش گردید و دو طرف روکش محکم بسته شد (جعفرپور، ۱۳۹۱).

۳.۲. تولید ژل سوریمی

جهت آماده‌سازی ژل سوریمی، ابتدا نمونه‌ها جهت قوام‌یابی در حمام آبی (Germany, Memmert) با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفته

و سپس جهت پخت با استفاده از حمام آب گرم در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه حرارت داده شدند. پس از پخت جهت جلوگیری از اثر تخریبی دما بر بافت ژله‌ای سوریمی، نمونه‌ها سریعاً با آب یخ (۲±۰ درجه سانتی‌گراد)، سرد شدند. سپس نمونه‌های به‌دست آمده تا زمان انجام آزمایش‌ها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Yongsawatdigul and Piyadhammaviboon, 2005).

۴.۲. تجزیه ترکیب شیمیایی سوریمی

تجزیه ترکیب تقریبی شیمیایی نمونه‌ها بر اساس روش AOAC (۲۰۰۵) انجام پذیرفت. رطوبت سوریمی پس از تولید با استفاده از آون‌گذاری (Binder، آمریکا) در دمای ۱۰۵ °C و رسیدن به وزن ثابت، پروتئین خام به روش کلدال با استفاده از دستگاه هضم و تقطیر کلدال (Gerhardt مدل VAP.40، آلمان)، چربی خام با استفاده از پترولیوم اتر و دستگاه سوکسله (Gerhardt مدل SE-416، آلمان) و خاکستر با استفاده از کوره گذاری (Nabertherm، آلمان) در دمای ۵۵۰ °C اندازه‌گیری شدند (AOAC, 2005).

۵.۲. ظرفیت نگهداری آب[1] سوریمی

ظرفیت نگهداری آب با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ و طبق روش (Hajidoun & jafarpour, 2013) اندازه‌گیری گردید. بدین جهت ابتدا ۵ گرم نمونه توسط ترازو توزین و در کاغذ واتمن به شماره ۴۱ پیچیده شد و سپس در دستگاه سانتریفیوژ (مدل ۵۸۱۰، آلمان) به مدت ۳۰ دقیقه با دور ۱۷۰۰×g قرار داده شد. در نهایت ظرفیت نگهداری آب سوریمی و ژل سوریمی مطابق فرمول زیر محاسبه شد.

$$WHC\ g/kg = [(1-Mw/Ms)]1000$$

Mw: وزن آب خارج شده از نمونه به گرم پس از سانترفیوژ کردن، Ms: وزن ابتدایی نمونه به گرم

۶.۲. ارزیابی رنگ سوریمی

نمونه‌ها به ضخامت ۲۰ میلی‌متر برش زده و برای عکس‌برداری در جعبه‌ای با دیواره‌های سفید با ابعاد (۵۰×۵۰×۶۰) قرار گرفتند. برای نورپردازی فضا، از لامپ فلورسنت کم‌مصرف با توان ۶۰ وات با نور سفید استفاده شد. توزیع نور درون جعبه کاملا یکنواخت بوده و عکس‌برداری بوسیله یک دوربین دیجیتالی (مدل Canon Power Shot A540، ژاپن) با فاصله ۳۰ سانتی‌متر از نمونه و عمود بر آن درون جعبه انجام پذیرفت. تصاویر بدست آمده به نرم افزار فتوشاپ ۸ منتقل شد و مولفه‌های رنگ (L*, a*, b*) آن‌ها بدست آمد. مولفه رنگ L* بیانگر روشنایی، مولفه رنگ a* نشان‌دهنده میزان سبزی و قرمزی و مولفه رنگ b* میزان آبی و زرد را نشان می‌دهد. سپس مؤلفه‌های رنگ برای آنالیز آماری استفاده شد (Yam and Papadakis, 2004).

۷.۲. آنالیز پروفایل بافت ژل سوریمی

ابتدا نمونه‌های ژل با اندازه ۲۰×۲۵ میلی‌متر توسط کولیس و تیغه تیز برش داده و قبل از انجام آزمایشات با دمای محیط (۲۶-۲۸ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۳۰ دقیقه هم دما شدند. بافت نمونه‌های مورد نظر توسط دستگاه بافت‌سنج بروکفیلد مدل LFRA 4500، مجهز به سلول بارگذاری ۲۵ کیلوگرمی و پروب استوانه‌ای شکل با قطر ۵۰ میلی‌متر مورد بررسی قرار گرفت. جهت بررسی بافت، نمونه‌های ژل سوریمی به صورت محوری تا نصف ارتفاع اولیه با سرعت ۱ میلی‌متر بر ثانیه و نیروی ۰/۱ نیوتن، در دو مرحله متوالی فشرده شدند. فاصله‌ی بین دو مرحله‌ی فشرده‌سازی ۵ ثانیه بود. در این آزمون فاکتورهای سفتی[2](حداکثر نیروی لازم برای تغییر شکل مورد نظر در سیکل اول فشردن)، فاکتور انسجام[3](نیروی لازم جهت غلبه بر نیروی جاذبه سطحی بین ذرات)، فاکتور چسبندگی[4](حداکثر نیروی منفی مورد نیاز برای

1Water Holding Capacity (WHC)
2Firmness
3Cohesiveness
4Adhesiveness

خارج نمودن پروب از ماده غذایی)، فاکتور فنریت[1](مقدار برگشت ماده به حالت اولیه پس از برداشتن نیرو) و قابلیت جویدن[2](انرژی لازم برای خرد کردن یک ماده غذایی نیمه جامد تا هنگامی که آماده بلع شود) اندازه‌گیری‌شدند (Santana *et al*., 2013).

۸.۲. قابلیت تا شدن ژل سوریمی

ژل‌های تولیدی از یخچال خارج و با ضخامت ۲/۵ میلی‌متر (۵ قطعه) برش زده شدند و قبل از ارزیابی برای رسیدن به دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت در دمای اتاق قرار داده شدند. آزمایش قابلیت تا شدن ژل به روش استاندارد ژاپنی انجام گرفت (Lanier *et al*., 2005). هر قطعه آماده شده بین انگشت شست و اشاره قرار داده شد و برای ارزیابی میزان شکستگی یا پارگی در اثر خم شدن، تا شده و مطابق زیر امتیازدهی شدند:

نمونه‌های سوریمی در صورت دو بار تا شدن بدون هیچ‌گونه ترک یا شکستگی کیفیت AA با امتیاز ۵، یک بار تا شدن و بدون هیچ‌گونه ترک یا شکستگی کیفیت A با امتیاز ۴، شکسته شدن تدریجی ژل پس از تا شدن کیفیت B با امتیاز ۳، شکسته شدن ژل به دو قسمت موقع تا کردن کیفیت C با امتیاز ۲ و خرد شدن ژل با فشار انگشتان بدون تا کردن کیفیت D با امتیاز ۱.

۹.۲. ارزیابی حسی ژل سوریمی

ارزیابی حسی نمونه‌ها پس از تولید، مطابق روش هدونیک ۵ نقطه‌ای، از بسیار مطلوب (۵) تا بسیار نامطلوب (۱) انجام پذیرفت. در طی این آزمون، صفات رنگ و ظاهر نمونه، بو و پذیرش کلی نمونه‌ها توسط ۱۲ نفر ارزیاب نیمه آموزش دیده (محدوده سنی بین ۲۰ تا ۴۵ سال) مورد ارزیابی قرار گرفتند (Watts *et al*, 1989).

۱۰.۲. تجزیه و تحلیل آماری داده ها

آزمایشها در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شدند. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ انجام شد. نتایج ابتدا در معرض تجزیه واریانس یکطرفه قرار گرفته و سپس برای مقایسه میانگین‌ها و بررسی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۹۵٪ استفاده گردید. هم‌چنین جهت مقایسه سوریمی و ژل سوریمی در یک درصد از آزمون Independent-Samples T-Test استفاده شد.

۳. نتایج

۱.۳. ترکیب شیمیایی

نتایج حاصل از آنالیز ترکیب شیمیایی نمونه‌های سوریمی در جداول ۱ و ۲ آورده شده است. بر اساس نتایج بدست آمده تفاوت معنی‌داری در مقادیر چربی، خاکستر و پروتئین تیمارها نسبت به نمونه شاهد مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). از نظر مقدار رطوبت، نمونه شاهد با تیمار ۰/۲۵ درصد کنجاک تفاوت معنی‌داری نداشته اما با افزایش سطح کنجاک، مقدار رطوبت نمونه‌های سوریمی افزایش معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$). قابل ذکر است که میزان بازدهی سوریمی حاصل از ماهی پیکو ۲۳درصد اندازه‌گیری شد و ترکیبات شیمیایی گوشت آن (ماده اولیه سوریمی) به شرح ذیل بدست آمد: پروتئین ۰۷/۵۰±۲۰/۰ درصد، چربی ۰/۱۶±۱/۲۸درصد ، رطوبت ۰۴/۲۶±۷۷/۰ درصد و خاکستر ۰/۰۸±۱/۰۱درصد.

۲.۳. تغییرات میزان ظرفیت نگهداری آب

مطابق جدول ۳، بیشترین میزان ظرفیت نگهداری آب مربوط به نمونه ژل سوریمی حاوی ۰/۷۵ درصد کنجاک با مقدار ۱۱/۱۲±۹۶/۰ بود و کمترین میزان در نمونه شاهد سوریمی با مقدار ۰/۱۲±۵۱/۳۳ مشاهده شد. با افزایش سطح کنجاک، میزان ظرفیت نگهداری آب نمونه‌های سوریمی و ژل سوریمی افزایش معنی‌داری داشت ($p< ۰/۰۵$).

1Springiness
2Chewiness

جدول ۱- میزان رطوبت (٪) و خاکستر (٪) نمونه‌های سوریمی

تیمار	رطوبت	خاکستر
شاهد	۷۹/۲۳±۰/۰۳^{c}	۰/۴۵±۰/۰۲^{a}
۰/۲۵ ٪ کنجاک	۷۹/۴۶±۰/۰۱^{c}	۰/۴۴±۰/۰۱^{a}
۰/۵ ٪ کنجاک	۸۱/۰۷±۰/۰۲^{b}	۰/۴۳±۰/۰۴^{a}
۰/۷۵ ٪ کنجاک	۸۲/۸۱±۰/۰۲^{a}	۰/۴۲±۰/۰۱^{a}

مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار بیان شده است. حروف کوچک متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بین تیمارهای مختلف است.

جدول ۲- میزان پروتئین (٪) و چربی (٪) نمونه‌های سوریمی

تیمار	پروتئین	چربی
شاهد	۱۸/۰±۰۶/۰۴^{a}	۰/۵۹±۰/۰۲^{a}
۰/۲۵ ٪ کنجاک	۱۸/۰±۰۱/۰۲^{a}	۰/۵۸±۰/۰۱^{a}
۰/۵ ٪ کنجاک	۱۷/۰±۴۵/۰۵^{a}	۰/۵۷±۰/۰۳^{a}
۰/۷۵ ٪ کنجاک	۱۷/۰±۵۷/۰۲^{a}	۰/۵۷±۰/۰۱^{a}

مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار بیان شده است. حروف کوچک متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بین تیمارهای مختلف است.

جدول ۳- تاثیر افزودن صمغ کنجاک بر میزان ظرفیت نگهداری آب (٪) نمونه‌های سوریمی و ژل سوریمی

تیمار	ظرفیت نگهداری آب (٪)	
	سوریمی	ژل سوریمی
شاهد	۵۱/۳۳±۰/۱۲^{dB}	۸۰/۴۵±۰/۱۱^{dA}
۰/۲۵ ٪ کنجاک	۵۹/۴۲±۰/۱۰^{cB}	۸۵/۷۷±۰/۰۹^{cA}
۰/۵ ٪ کنجاک	۶۸/۰±۲۳/۰۹^{bB}	۹۱/۰±۲۸/۰۹^{bA}
۰/۷۵ ٪ کنجاک	۷۴/۰۰±۰/۰۹^{aB}	۹۶/۱۱±۰/۱۲^{aA}

مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار بیان شده است. حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بین تیمارهای مختلف است. حروف بزرگ متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) است.

۳.۳. تغییرات رنگ سوریمی و ژل سوریمی

نتایج ارزیابی شاخص‌های رنگی سوریمی و ژل سوریمی تیمارشده با درصدهای مختلف صمغ کنجاک در جدول ۴ نشان داده شده است. با افزودن صمغ کنجاک میزان روشنایی سوریمی و ژل سوریمی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد ($p< ۰/۰۵$). هم‌چنین میزان روشنایی ژل سوریمی نسبت به سوریمی به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرده است. در سوریمی و ژل سوریمی حاصل از ماهی پیکو اختلاف معنی‌داری در قرمزی تیمارها مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). در کل سوریمی و ژل حاصل از آن، از نظر فاکتور قرمزی نیز اختلاف آماری معنی‌داری با هم نداشتند ($p<۰/۰۵$). فاکتور (b*) که تمایل به زردی نمونه‌ها را نشان می‌دهد با توجه به جدول ۴، بین تیمارها و نیز سوریمی و ژل تولیدی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$).

جدول ۴- تاثیر افزودن صمغ کنجاک بر تغییرات رنگ سنجی نمونه‌های سوریمی و ژل سوریمی ماهی پیکو

درصد کنجاک	فاکتور روشنایی(L*)		فاکتور سبزی-قرمزی(a*)		فاکتور آبی-زردی(b*)	
	سوریمی	ژل سوریمی	سوریمی	ژل سوریمی	سوریمی	ژل سوریمی
۰ ٪ (شاهد)	۹۱/۰۰±۰/۷۳^{aB}	۹۵/۱۷±۰/۲۲^{aA}	۲/۴۱±۰/۱۱^{aA}	۲/۳۳±۰/۱۷^{aA}	۸/۰۰±۰/۷۳^{aA}	۸/۱۵±۰/۱۴^{aA}
٪ ۰/۲۵	۸۷/۰۰±۰/۶۴^{bB}	۹۲/۰۸±۰/۳۱^{bA}	۲/۳۳±۰/۱۵^{aA}	۲/۲۷±۰/۱۵^{aA}	۸/۲۷±۰/۵۲^{aA}	۸/۱۷±۰/۱۰^{aA}
٪ ۰/۵	۸۳/۶۷±۰/۸۷^{cB}	۸۷/۶۷±۰/۴۷^{cA}	۲/۱۳±۰/۱۳^{aA}	۲/۲۰±۰/۱۵^{aA}	۸/۰۰±۰/۳۲^{aA}	۸/۰۳±۰/۱۲^{aA}
٪ ۰/۷۵	۷۹/۰۰±۰/۲۴^{dB}	۸۴/۱۰±۰/۹۴^{dA}	۲/۳۰±۰/۱۰^{aA}	۲/۲۸±۰/۱۱^{aA}	۷/۹۰±۰/۲۰^{aA}	۸/۱۰±۰/۱۰^{aA}

مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار بیان شده است. حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بین تیمارهای مختلف است. حروف بزرگ متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بین سوریمی و ژل سوریمی در همان تیمار است.

۳. ۴. تغییرات بافت ژل سوریمی

اثرات افزودن غلظت‌های مختلف هیدروکلوئید کنجاک بر پارامترهای ساختار بافت نمونه‌های ژل سوریمی حاصل از ماهی پیکو، در جداول ۵ و ۶ آورده شده است. نتایج میانگین داده‌های این آزمون نشان داد که مقادیر مربوط به بافت (سفتی، چسبندگی، پیوستگی، فنریت و قابلیت جویدن) در نمونه‌های ژل سوریمی با افزایش مقادیر کنجاک افزایش معنی‌داری داشته است ($p<۰/۰۵$).

جدول ۵- تاثیر افزودن صمغ کنجاک بر تغییرات بافت (سفتی، چسبندگی و پیوستگی) نمونه‌های ژل سوریمی

تیمارها	سفتی (کیلوگرم)	چسبندگی (میلی ژول)	پیوستگی
شاهد	۷/۸۹±۰/۰۵^{d}	۱/۷۵±۰/۰۵^{d}	۰/۶۱±۰/۰۱^{d}
٪ ۰/۲۵ کنجاک	۸/۰۴±۰/۰۴^{c}	۱/۸۸±۰/۰۲^{c}	۰/۶۸±۰/۰۱^{c}
٪ ۰/۵ کنجاک	۸/۶۰±۰/۰۵^{b}	۲/۳۸±۰/۰۲^{b}	۰/۷۴±۰/۰۲^{b}
٪ ۰/۷۵ کنجاک	۸/۹۱±۰/۰۲^{a}	۲/۵۱±۰/۰۲^{a}	۰/۷۷±۰/۰۲^{a}

مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار بیان شده است. حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بین تیمارهای مختلف است.

جدول ۶- تاثیر افزودن صمغ کنجاک بر تغییرات بافت (فنریت و قابلیت جویدن) نمونه‌های ژل سوریمی

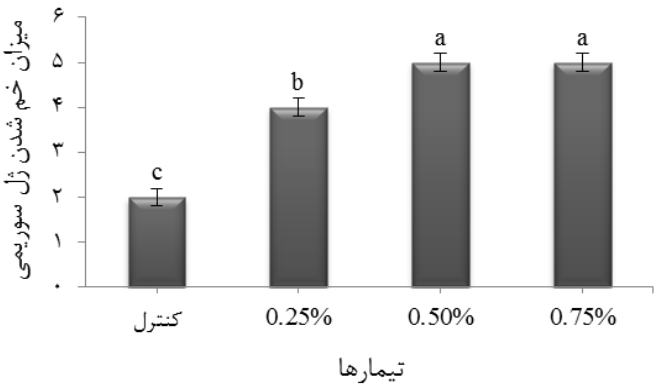
تیمارها	فنریت(میلی‌متر)	قابلیت جویدن(گرم میلی‌متر)
شاهد	۰/۹۸±۰/۰۲^{d}	۱/۹۱±۰/۰۳^{d}
٪ ۰/۲۵ کنجاک	۱/۱۲±۰/۰۲^{c}	۲/۰۴±۰/۰۲^{c}
٪ ۰/۵ کنجاک	۱/۳۵±۰/۰۳^{b}	۲/۴۷±۰/۰۳^{b}
٪ ۰/۷۵ کنجاک	۱/۶۳±۰/۰۲^{a}	۲/۸۳±۰/۰۲^{a}

مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار بیان شده است. حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بین تیمارهای مختلف است.

۵.۳. تغییرات میزان خم شدن ژل سوریمی

توانایی سوریمی جهت تشکیل ژل مستحکم و الاستیک با آزمون قابلیت تاشدن مورد بررسی قرار گرفت. نمونه شاهد کمترین امتیاز را کسب کرد. اما با افزایش درصد کنجاک این قابلیت بهتر شده و نمونه‌ها امتیاز بالاتری بدست آوردند. در غلظت ۰/۲۵ درصد کنجاک،

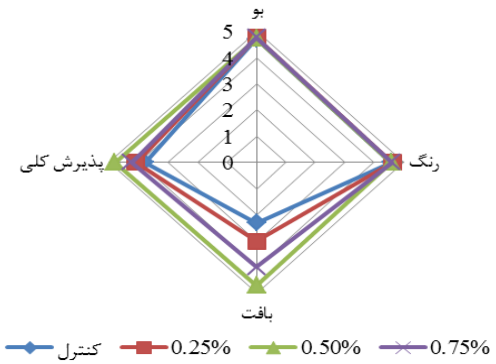
امتیاز نمونه ژل حاصل از ماهی پیکو A (۴) بود اما با افزایش غلظت کنجاک به ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد ژل حاصل امتیاز AA (۵) را بدست آوردند که نشان می‌دهد افزودن صمغ کنجاک منجر به بهبود خصوصیات ژل ماهی پیکو شده است (شکل ۱).



شکل ۱- میزان خم شدن ژل سوریمی حاصل از ماهی پیکو تیمار شده با غلظت‌های مختلف صمغ کنجاک.
حروف کوچک متفاوت نشان دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار (p<۰/۰۵) بین تیمارهای مختلف است.

۶.۳. ارزیابی حسی ژل سوریمی

نتایج ارزیابی حسی ژل‌های سوریمی حاصل از ماهی پیکو دارای درصدهای مختلف کنجاک در شکل ۲ نشان داده شده است. بر اساس نتایج بدست آمده با افزایش سطوح کنجاک اختلاف معنی‌داری در هیچ یک از شاخص‌های بو و رنگ نسبت به نمونه شاهد مشاهده نشد (p>۰/۰۵). ارزیابی‌های حسی نشان داد که نمونه‌ها از لحاظ بافتی با هم متفاوت بوده و افراد ارزیاب بیشترین امتیاز را به نمونه ۰/۵ درصد کنجاک اختصاص دادند (p<۰/۰۵).



شکل ۲- نتایج ارزیابی حسی ژل سوریمی حاصل از ماهی پیکو.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

مقادیر ترکیب شیمیایی در بدن ماهیان به گونه، نوع تغذیه، محیط زندگی، سن و جنس موجود زنده بستگی دارد (رضوی شیرازی، ۱۳۸۶). Hsu و Chiang (۲۰۰۲)، بیان کردند که اضافه کردن صمغ‌ها تأثیر معنی‌داری بر ترکیب تقریبی محصول سوریمی آن‌ها ندارد.

Hosseini-Shekarabi و همکاران (۲۰۱۴)، ترکیب تقریبی سوریمی حاصل از ماهی شوریده دهان سیاه را ۱۴/۷۷ درصد پروتئین، ۰/۹۴ درصد لیپید، ۰/۵۸ درصد خاکستر و ۷۹/۵۸ درصد رطوبت گزارش کردند. Pietrowski و همکاران (۲۰۱۱)، مقادیر ۷۹/۰۳ درصد رطوبت، ۱۱/۳۱ درصد پروتئین، ۰/۳۲ درصد چربی و ۲/۵۷ درصد خاکستر را برای سوریمی حاصل از ماهی آلاسکاپولاک بدست آوردند. از آنجا که صمغ کنجاک یک پلی‌ساکارید است بنابراین افزودن آن به فرمولاسیون سوریمی تاثیری بر میزان پروتئین، چربی و خاکستر نمونه‌ها نگذاشته است. هم‌چنین مشخص شد با افزایش صمغ کنجاک مقدار رطوبت نمونه-های سوریمی افزایش معنی‌داری پیدا می‌کند ($p<۰/۰۵$). به نظر می‌رسد هیدروکلوئید کنجاک موجب افزایش رطوبت در سوریمی شده است. Li و Nie (۲۰۱۵)، اظهار داشتند که مولکول‌های هیدروکلوئیدها آب را باند کرده و از این جهت خصوصیات مواد غذایی را اصلاح می‌کنند. هیدروکلوئیدها با خاصیت آبدوستی خود، آب را جذب کرده و باعث افزایش رطوبت ماده غذایی می‌شوند (Milani and Maleki, 2012). Petcharat و Benjakul (۲۰۱۷)، در مطالعه خود بیان کردند افزودن صمغ ژلان به نمونه‌های سوریمی تهیه شده از *Priacanthus macracanthus* با جذب آب منجر به افزایش رطوبت نمونه‌ها می‌شود که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

ظرفیت نگهداری آب از جمله مهمترین پارامترهای سوریمی و محصولات سوریمی است که بیانگر توانایی پروتئین سوریمی در نگهداری آب می‌باشد (Chen *et al*., 2020). ظرفیت نگهداری آب سوریمی مربوط به پروتئین‌های میوفیبریل است. اثر متقابل پروتئین و آب بر ماهیت بافت، آبداری، تردی، رنگ و طعم سوریمی تأثیرگذار می‌باشد (Ingadottir and Kristinson, 2010). در سوریمی پروتئین‌های میوفیبریل از طریق پیوند با آب، آب را جذب می‌کنند. زمانی که سوریمی تحت فرایند حرارتی قرار می‌گیرد پروتئین‌ها دناتوره شده و تشکیل شبکه‌ای می‌دهند که می‌توانند آب را در خود نگه دارند. مشخص شده است که افزودن هیدروکلوئیدها به طور معنی‌داری ظرفیت نگهداری آب سوریمی را افزایش می‌دهند. توانایی صمغ‌ها در اتصال به مولکول‌های آب و تداخل با پروتئین-ها و در نتیجه پایداری شبکه پروتئین‌ها می‌تواند از حرکت آزادانه آب جلوگیری کرده و منجر به افزایش WHC گردد. هیدراته شدن یا جذب آب، از خواص مهم صمغ‌ها می‌باشد (Ramirez *et al*., 2011). Chen و همکاران (۲۰۲۰)، گزارش کردند که افزودن هیدروکلوئیدهای کردلان و کاراگینان به سوریمی تهیه شده از ماهی کپور نقره‌ای ظرفیت نگهداری آب را افزایش می‌دهند. در اثر افزودن هیدروکلوئیدها ساختار شبکه قوی‌تری بین پروتئین سوریمی و هیدروکلوئیدها ایجاد شده که می‌توانند آب را بهتر در خود نگه دارند. اما در مقابل، بیان کردند که صمغ زانتان بر ظرفیت نگهداری آب سوریمی تاثیر منفی داشته چرا که وزن مولکولی بالای این صمغ مانع از تشکیل ساختار شبکه ژل سوریمی می‌شود. تاثیر صمغ کنجاک گلوکومنان در بهبود خصوصیات تشکیل ژل و افزایش WHC در سوریمی با کیفیت پایین ثابت شده است (Liu *et al*., 2013). به طور مشابه، Petcharat و Benjakul (۲۰۱۷)، نشان دادند که به کار بردن صمغ ژلان در تولید سوریمی از طریق ایجاد شبکه قوی‌تر و نگه‌داشتن آب بیشتر در شبکه ژل، منجر به افزایش WHC می‌شود. هم‌چنین تاثیر افزودن صمغ کنجاک و CMC (کربوکسی متیل سلولز) در افزایش WHC فرآورده‌های ماهی بازسازی شده ثابت شده است (Andrés-Bello *et al*., 2012). از خصوصیات مهم صمغ کنجاک اینست که این صمغ در آب در دمای معمولی قابلیت جذب خوب آب را دارد (Yang *et al*., 2017) که در تحقیق حاضر مشهود بود.

گوشت ماهی پیکو دارای رنگی روشن است، اما نتایج نشان داد با افزودن کنجاک میزان روشنایی سوریمی و ژل سوریمی حاصل از آن به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p< ۰/۰۵$). Savadkoohi و همکاران (۲۰۱۴)، در پژوهشی نشان دادند که با افزایش محتوای آب در نمونه‌ها میزان روشنایی کاهش می‌یابد. هم‌چنین میزان

روشنایی ژل سوریمی نسبت به سوریمی به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد که به دلیل دناتوره شدن پروتئین‌ها در اثر فرایند حرارتی می‌باشد (Fogaca *et al.*, 2013). سوریمی و ژل حاصل از آن، از نظر فاکتور قرمزی اختلاف آماری معنی‌داری با هم نداشتند ($p<0/05$). این نتایج با مطالعه Rohani و همکاران (۱۹۹۵) و Jung و Yoo (۲۰۰۵) مطابقت داشت. از آنجا که کنجاک رنگی سفید دارد لذا افزودن آن تاثیری بر فاکتور زردی نمونه‌ها نگذاشت. Santana و همکاران (۲۰۱۳)، در پژوهش خود عنوان کردند که افزودن کنجاک به سوسیس ماهی تهیه شده از پودر سوریمی تاثیری بر میزان زردی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد نداشته است. Chen و همکاران (۲۰۲۰)، بیان کردند که با افزایش ژلاتین، میزان روشنایی ژل‌های سوریمی نسبت به نمونه شاهد کاهش می‌یابد اما افزودن صمغ زانتان تاثیری بر روشنایی و سفیدی نمونه‌ها نداشته است. تفاوت در رنگ، با نوع ماهیچه ماهی و نوع صمغ افزوده شده مرتبط است (Montero *et al.*, 2000). Zhang و همکاران (۲۰۱۳)، نشان دادند ژلاتینه شدن، تورم نشاسته و تشکیل ژل منجر به کاهش زردی نمونه‌های سوریمی حاوی نشاسته می‌شود. هم‌چنین، Eom و همکاران (۲۰۱۳)، گزارش کردند در اثر تورم گرانول‌های صمغ کاراگینان و انبساط آن‌ها، ژل سوریمی مات‌تر شده و کاهش روشنایی را سبب می‌شود. مطابق با نتایج بدست آمده در این مطالعه، hua و Chang-hu (۲۰۰۹) کاهش روشنایی سوریمی را با افزایش صمغ کنجاک مشاهده کردند.

افزایش سفتی تمام نمونه‌ها به تناسب افزایش کنجاک، نشان داد افزودن این هیدروکلوئید موجب افزایش سفتی بافت می‌شود. به هنگام فرآیند قوام‌یابی در دمای $40\ ^{\circ}C$، شبکه پروتئینی تشکیل می‌شود که این شبکه از طریق ایجاد پیوندهای ضعیف مانند پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌های پروتئین شکل می‌گیرد. اما به هنگام پخت در دمای $90\ ^{\circ}C$ دناتوره شدن زنجیره سنگین میوزین و اکتومیوزین رخ می‌دهد. پروتئین‌های واسرشته تمایل به تجمع از طریق گروه‌های واکنشی داشته که در نهایت با تشکیل پیوندهای هیدروفوب-هیدروفوب و پیوندهای دی‌سولفیدی، شبکه ژل مستحکم و برگشت ناپذیر ایجاد می‌شود (Buamard and Benjakul, 2015). افزودن صمغ کنجاک به عنوان یک پرکننده در ماتریس ژل سوریمی در پیوندهای پروتئین سوریمی نقش ایفا کرده و سبب انسجام بیشتر شبکه پروتئینی ژل سوریمی می‌شود. Pérez-Mateos و Montero (۲۰۰۲) دریافتند که ژل-های ماهی حاوی هیدروکلوئیدهایی از جمله آلژینات سفتی بیشتری نسبت به نمونه بدون هیدروکلوئید دارند. نتایج حاضر با یافته‌های Santana و همکاران نیز مطابقت دارد. در ارتباط با چسبندگی نمونه‌ها، می‌توان گفت که با توجه به این که نیروی چسبندگی، نیروی لازم جهت غلبه بر نیروی جاذبه سطحی بین ذرات است، لذا هرچه ساختار ژلی و شبکه پروتئینی نمونه‌ها از سفتی بیشتری برخوردار باشد، نیروی چسبندگی نیز بیشتر خواهد بود که نتایج حاصل از آزمایش سفتی بافت نیز آن را تأیید می‌کند (Jiménez-Colmenero *et al.*, 2010). به میزان توانایی نمونه در برابر نیرو قبل از پاره شدن و تغییرشکل، پیوستگی می‌گویند که فاکتور بدون واحد است (Kumar and Mishra, 2004). با افزایش درصد صمغ کنجاک پیوستگی نمونه‌های ژل سوریمی به طور معنی‌داری افزایش یافت. به نظر می‌رسد صمغ به کار رفته با پروتئین‌های موجود در محصول اتصالات قوی ایجاد کرده که مانع از پارگی و تغییر شکل محصول شده‌اند. خسرونژاد (۱۳۹۳)، به بررسی اثر افزودن هیدروکلوئیدها بر ویژگی‌های کیفی برگر گیاهی طی ماندگاری پرداخت که بیشترین میزان پیوستگی مربوط به نمونه حاوی ۰/۱۵ درصد کاپاکاراگینان و کمترین میزان پیوستگی مربوط به نمونه شاهد بود، البته نمونه‌های حاوی آلژینات سدیم نیز به طور معنی‌داری پیوستگی نمونه‌های سویا برگر را نسبت به نمونه شاهد افزایش دادند. Jiménez-Colmenero و همکاران نیز (۲۰۱۰)، عنوان کردند که افزودن کنجاک به نمونه‌های سوسیس فرانکفورتر کم‌چرب منجر به بهبود پیوستگی نسبت به نمونه شاهد می‌شود. تحقیقات گذشته نشان داده‌اند که

صمغ کنجاک با قابلیت جذب آب و تولید ژل مقاوم به حرارت، یک ماتریکس ژلی ویسکوالاستیک تولید کرده که پارامترهای آزمون TPA[1] از جمله فنریت را بهبود می‌بخشد (Chin *et al*., 1998). پارامتر قابلیت جویدن مضربی از چسبندگی و ارتجاعیت است. افزایش میزان قابلیت جویدن با افزایش میزان چسبندگی نمونه‌ها ارتباط دارد. حضور صمغ‌ها در محصول به دلیل ایجاد اتصالات با پروتئین‌های موجود، ماتریکس با دانسیته بیشتر تشکیل داده و سبب افزایش نیروی برشی در فرآورده‌ها می‌شود (Muthia *et al*., 2010). حسینی شکرابی و همکاران (۱۳۹۳)، گزارش کردند که افزودن هیدروکلوئیدهای مختلف منجر به افزایش قابلیت جویدن ژل سوریمی حاصل از ماهی شوریده دهان سیاه نسبت به نمونه شاهد می‌شود.

توانایی سوریمی جهت تشکیل ژل مستحکم و الاستیک با آزمون قابلیت تاشدن مورد بررسی قرار گرفت. آزمون قابلیت تا شدن، روشی مناسب جهت جدا کردن سوریمی با کیفیت بالا از سوریمی با کیفیت پایین است. اگر چه مقدار پروتئین تنها عاملی نیست که توانایی تشکیل ژل سوریمی را تعیین می‌کند. هم مقدار پروتئین و هم کیفیت عملکرد پروتئین‌ها بر خصوصیات بافت ژل‌های سوریمی تأثیر می‌گذارد (Rohani *et al*., 1995). افزایش غلظت کنجاک به ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد منجر به تولید ژل با امتیاز AA (۵) شد که نشان می‌دهد افزودن صمغ کنجاک منجر به بهبود خصوصیات ژل ماهی پیکو شده است. Santana و همکاران (۲۰۱۳)، گزارش کردند در نمونه‌های سوسیس ماهی فرموله شده با پودر سوریمی که هیدروکلوئیدهایی مانند کنجاک و آلژینات به آن‌ها اضافه شده بود، امتیاز نمونه‌های تولیدی در آزمون تا شدن، ۵ بدست آمد. در مطالعه Sa´nchez-Alonso و همکاران (۲۰۰۷)، با افزودن فیبر گندم به سوریمی ماهی مرکب نمونه‌ها بیشترین امتیاز قابلیت تا شدن را کسب کردند.

ارزیابان حسی، نمونه ۰/۵ درصد کنجاک را به عنوان بهترین نمونه انتخاب کردند که مربوط به ویژگی‌های بافتی ژل سوریمی تولید شده می‌باشد. به نظر می‌رسد نمونه ۰/۷۵٪ به دلیل سفتی زیاد مورد رضایت ارزیابان نبوده است. فرایند شست و شوی سوریمی موجب حذف مواد دارای بو می‌شود. همچنین در طی شست و شو میزان چربی بسیار کم می‌شود. وجود چربی در گوشت چرخ شده ماهی موجب اکسایش و تولید بوی نامطبوع می‌گردد (Ramirez *et al*., 2011). Osburn و Keeton (۲۰۰۴)، نشان دادند که استفاده از صمغ کنجاک در فرمولاسیون سوسیس کم‌چرب از نظر خصوصیات حسی تفاوت قابل درکی بین سطوح مختلف کنجاک مشاهده نشد. Santana و همکاران (۲۰۱۳)، گزارش کردند که در بین هیدروکلوئیدهای مورد استفاده در تهیه سوسیس فرموله شده با پودر سوریمی، صمغ کنجاک به دلیل ایجاد ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و خصوصیات حسی مطلوب بهترین صمغ برای تولید این محصول می‌باشد.

۵. نتیجه‌گیری کلی

این مطالعه به منظور بررسی تاثیر کنجاک بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بافتی سوریمی و ژل سوریمی حاصل از ماهی پیکو صورت گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد با افزایش درصد صمغ کنجاک به نمونه‌های سوریمی و ژل حاصل از آن، رطوبت و ظرفیت نگهداری آب افزایش یافته اما مقدار روشنایی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافت. با ارزیابی ژل مشخص شد افزودن کنجاک ویژگی‌های بافتی و پارامترهای نیروی شکست و تغییر شکل نمونه‌ها را بهبود بخشیده و افزایش می‌دهد. هم‌چنین نتایج ارزیابی حسی و قابلیت تا شدن ژل‌های سوریمی نشان داد ارزیابان حسی ژل سوریمی ماهی پیکو با غلظت ۰/۵ درصد کنجاک را به عنوان بهترین نمونه ارزیابی کردند. بنابراین، با استفاده از صمغ کنجاک می‌توان ویژگی‌های سوریمی را بهبود بخشیده و به یک محصول با خصوصیات مطلوب رسید.

[1] Texture Profile Analysis

References

۶. منابع

Al-Ghazzewi, F., Khanna, H.S., Tester, R.F., Piggott, J., 2007. The potential use of hydrolysed konjac glucomannan as a prebiotic. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87(9), 1758-1766.

Andrés-Bello, A., Iborra-Bernad, C., García-Segovia, P., Martínez-Monzó, J., 2012. Effect of konjac glucomannan (KGM) and carboxymethylcellulose (CMC) on some physico-chemical and mechanical properties of restructured gilthead sea bream (*Sparus aurata*) products. *Food and Bioprocess Technology* 6, 133–145.

AOAC., 2005. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists 18th ed. (William, S., ed.) Washington D. C.: AOAC.

Buamard, N., Benjakul, S., 2015. Improvement of gel properties of sardine (*Sardinella albella*) surimi using coconut husk extracts. *Food Hydrocolloids* 51, 146-155.

Chen, J., Deng, T., Wang, C., Mi, H., Yi, S., Li, X., and Li, J., 2020. The effect of hydrocolloids on gel properties and protein secondary structure of silver carp surimi. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 100(5) ,2252-2260.

Chin, K.B., Keeton, J.T., Longnecker, M.T., Lamkey, J.W., 1998. Functional, textural and microstructural properties of low-fat bologna (model system) with a konjac blend. *Journal of Food Science*, 63(5) 801 – 807.

Eom, S.-H., Kim, J.-A., Son, B.-Y., You, D.H., Han, J. M., Oh, J.-H., Kim, B.–Y., Kong, C.–S. 2013. Effects of carrageenan on the gelatinization of salt-based surimi gels. *Fisheries and Aquatic Sciences* 16(3), 143–147.

FAO, 2012. The state of world fisheries and aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, p.

Fogaca, F.H.S., Trinca, L.A., Bombo, A.J., Sant'Ana, L.S., 2013. Optimization of the surimi production from mechanically recovered fish meat (MRFM) using response surface methodology. *Journal of Food* Quality 36, 209-216.

Hai-hua, C., Chang-hu, X., 2009. Effects of Various Hydrocolloids on Gel Properties of *Trachinocephalus myops* Surimi. *Food Science* 30(5), 40–45.

Hajidoun, H. A., and Jafarpour, A., 2013. The Influence of Chitosan on Textural Properties of Common Carp (*Cyprinus Carpio*) Surimi. *Journal of Food Processing Technology* 4, 1-5.

Hosseini Shekarabi, S.P., Hosseini, S.E., Soltani, M., Zojaji, M., 2014. Effects of various hydrocolloids on textural and microstructural properties of black mouth croaker (*Atrobucca nibe*) surimi gel. *Journal of Food Research (University of Tabriz)* 24(3), 425- 437 [In Persian].

Hosseini-Shekarabi, S.P., Hosseini, S.E., Soltani, M., Kamali, A., Valinassa, A., 2014. A Comparative Study on Physicochemical and Sensory Characteristics of Minced Fish and Surimi from Black Mouth Croaker (*Atrobucca nibe*). *Journal of Agricultural Science and Technology* 16, 1289-1300.

Hsu, C.-K., Chiang, B.-H., 2002. Effects of water, oil, starch, calcium carbonate and titanium dioxide on the colour and texture of threadfin and hairtail surimi gels. *International Journal of Food Science and Technology* 37(4), 387–393.

Ingadottir, B. Kristinson, H.G., 2010. Gelation of protein isolates extracted from tilapia light muscle by pH shift processing, *Food Chemistry* 118(-), 780-798.

Jafarpour, A., 2012. Surimi and Physical Characteristics of Its Gel Network. Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resoruces, 272 p.

Jafarpour, A., Gorczyca, E.M., 2009. Rheological Characteristics and Microstructure of Common Carp (*Cyprinus carpio*) Surimi and Kamaboko Gel. *Food Biophysics* 4, 172-179.

Jamshidi, A., Shabanpour, B., Pourashouri, P., Raeisi, M. 2018. Evaluation of Different Proportions of Distilled Water to Substrate on Functional Properties, Antioxidant and Nutritional Quality of Bigeye Ilisha (*Ilisha Megaloptera*) protein hydrolysate. *Jorjani Biomedicine Journal* 6(3), 24-39.

Jiménez-Colmenero, F., Cofrades, S., López-López, I., Ruiz-Capillas, C., Pintado, T., Solas, M.T., 2010. Technological and sensory characteristics of reduced/low-fat, low-salt frankfurters as affected by the addition of konjac and seaweed. *Meat Science* 84(3), 356–363.

Jung, Y.H., Yoo, B., 2005. Thermal gelation characteristics of composite surimi sol as affected by rice starch. *Food Science* and *Biotechnology* 14, 871-874.

Khosronejad, N., Baghaie, H. 2014. Investigating the effect of adding hydrochloroids on the qualitative characteristics of vegetable burgers during shelf life. MS Thesis. Damghan Islamic Azad University.

Kumar, P., Mishra, H. N., 2004. Effect of stabilizer addition on physicochemical, sensory and textural properties. *Food chemistry* 87, 501-207.

Lanier, T.C., Carvajal, P., Yongsawatdigul, J., 2005. Surimi Gelation Chemistry. In: Park, J.W. (Eds.), Surimi and Surimi Seafood. Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, pp. 435-489.

Li, J.M., Nie, S.P., 2015. The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods. *Food Hydrocolloids* 1-16.

Liu, J., Wang, X., Ding, Y., 2013. Optimization of Adding Konjac Glucomannan to Improve Gel Properties of Low-quality Surimi. *Carbohydrate Polymers* 92 (1), 484–489.

Milani, J., Maleki, G., 2012. Hydrocolloids in Food Industry. In Valdez, B. (Ed). Food Industrial ProcessMethods and Equipment, p. 2–38. China: Intech. Retrieved from *http://www.intechopen.com/books/food-industrial-processes-methods-and-equipment/hydrocolloids-in-food-industry* on 12/11/2015

Montero, P., Pérez-Mateos, M., 2002. Effects of Na^+, K^+ and Ca^{2+} on gels formed from fish mince containing a carrageenan or alginate. *Food Hydrocolloids* 16, 375-385.

Montero, P., Hurtado, J.L., Pérez-Mateos, M., 2000. Microstructural behaviour and gelling characteristics of myosystem protein gels interacting with hydrocolloids. *Food Hydrocolloid* 14(5), 455-461.

Muthia, D., Nurul, H., Noryati, I., 2010. The effects of tapioca, wheat, sago and potato on the physicochemical and sensory properties of duck sausage. *International Food Research Journal* 17, 877-884.

Osburn, W. N., Keeton, J. T., 2004. Evaluation of low-fat sausage containing desinewed lamb and konjac gel. *Journal of Meat Science* (68), 221-233.

Park, J.W., 2014. Surimi and surimi seafood. Taylor & Francis Group, New York, NY.629 p.

Petcharat, T., Benjakul, S., 2017. Effect of gellan incorporation on gel properties of bigeye snapper surimi. *Food Hydrocolloid* 77, 746-753.

Pietrowski, B.N., Tahergorabi, R., Matak, K.E., Tou, J.C., Jaczynski, J., 2011. Chemical properties of surimi seafood nutrified with ω-3 rich oils. *Food Chemistry* 129, 912–919.

Ramirez, J. A., Uresti, R. M., Velazquez, G., Vázquez. M., 2011. Food hydrocolloids as additives to improve the mechanical and functional properties of fish products: A review. *Food Hydrocolloids* 25, 1842-1852.

Razavi – Shirazi, H., 2007. Seafood technology Principles of storage and processing. Naghsh Mehr, Tehran, Fourth Edition, 292 p.

Rohani, A.C., Indon, A., Yunus, J.M., 1995. Processing of surimi from freshwater fish – Tilapia. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science* 23(2), 183–190.

Sa´nchez-Alonso, I., Haji-Maleki, R., Borderias, A.J., 2007. Wheat fiber as a functional ingredient in restructured fish products. *Food Chemistry* 100, 1037– 1043.

Santana, P., Huda, N., Yang, T.A., 2013. The Addition of Hydrocolloids (Carboxymethylcellulose, Alginate and Konjac) to Improve the Physicochemical Properties and Sensory Characteristics of Fish Sausage Formulated with Surimi Powder. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 13, 561-569.

Savadkoohi, S., Hoogenkamp, H., Shamsi, K., Farahnaky, A., 2014. Color, sensory and textural attributes of beef frankfurter, beef ham and meat-free sausage containing tomato pomace. *Journal of Meat Science* 97, 410–418.

Takigami, S., Takiguchi, T., Phillips, G.O., 1997. Microscopical studies of the tissue structure of konjac tubers. *Food Hydrocolloids* 11, 479-484.

Watts, B.M., Ylimaki, G.L., Jeffery, L.E., Elias, L.G., 1989. Basic Sensory Methods for Food Evaluation. The Centre, University of Minnesota, 1 -160.

Xiong, G., Cheng, W., Ye, L., Du, X., Zhou, M., Lin, R., Geng, S., Chen, M., Corke, H., Cai, Y.Z., 2009. Effects of konjac glucomannan on physicochemical properties of myofibrillar protein and surimi gels from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Food Chemistry* 116, 413–418.

Yam, K. L., Papadakis, S. E., 2004. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. *Journal of food Engineering* 61, 137-142.

Yang, D., Yuan, Y., Wang, L., Wang, X., Mu, R., Pang, J., Xiao, J., Zheng, Y., 2017. A review on konjac glucomannan gels: microstructure and application. *International Journal of Molecular Sciences* 18(11), 2250.

Yongsawatdigul, J., and Piyadhammaviboon, P., 2005. Effect of microbial transglutaminase on autolysis and gelation of lizardfish surimi. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85, 1453-1460.

Zhang, F., Fang, L., Wang, C., Shi, L., Chang, T., Yang, H., Cui, M., 2013. Effects of starches on the textural, rheological, and color properties of surimi-beef gels with microbial tranglutaminase. *Meat Science* 93, 533-537.

Zhang, L., Xue, Y., Xu, J., Li, Z., Xue, C., 2015. Effects of deacetylation of konjac glucomannan on Alaska Pollock surimi gels subjected to high-temperature (120℃) treatment. *Food Hydrocolloids* 43,125-131.