Archive of SID

شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸
صفحات ۱۵۴-۱۴۳

اثر افزودن کنسانتره پروتئینی ماهی سیم (*Abramis brama*) بر ویژگی‌های شیمیایی و پخت پاستا

زهرا شوقی[۱]، آریا باباخانی[۲*]، امیر پور فرزاد[۳]

۱-دانش آموخته گروه شیلات، دانشگاه گیلان، رشت
۲-استادیار گروه فرآوری، دانشگاه گیلان، رشت
۳-استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت

تاریخ ارسال: ۱۳۹۸/۰۳/۱۲ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۴**

چکیده

جایگزینی آرد گندم با پودر پروتئین ماهی سیم در پاستا به میزان ۰، ۵، ۷/۵، ۱۰، ۱۵ و۲۰درصد به منظور ارزیابی اثر آن بر کیفیت پخت و خصوصیات شیمیایی نمونه‌های غنی سازی شده انجام شد. نتایج نشان داد که با بکار گیری پودر ماهی در پاستاهای میزان پروتئین (۰/۷۰ ± ۲۵/۹۱) و چربی (۰/۵۰±۶/۹۴) افزایش می‌یابد، کاهش زمان پخت (۱۳/۳۰ دقیقه) و افزایش افت پخت (۸/۲درصد) در مقایسه با پاستای شاهد نیز مشاهده شد. به غیر از پاستای ۲۰درصد پودر ماهی، افت پخت در اکثر پاستاها در محدوده مجاز (۸درصد) بود. لذا، نتایج نشان داد که امکان به کارگیری پاستای غنی شده با پودر پروتئین ماهی، با توجه به ویژگی‌های فنی، در صنایع غذایی به منظور بهبود پاستای تولیدی وجود دارد.

واژگان کلیدی: ارزش غذایی، پروتئین ماهی، غنی سازی، مواد غذایی فراسودمند، (*Abramis brama*).

* نویسنده مسئول: آریا باباخانی
Email: arialashkan@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Fisheries
Vol. 72, No. 2, Summer 2019
pp. 143-154

Effect of Protein Concentrate from Bream (*Abramis Brama*) on Chemical and Cooking Properties of Pasta

Z. Shoghi[1], A. Babakhani[2*], A. Pour Farzad[3]

1-Msc. Student, Department of Fisheries, University of Rasht, province of Rasht, Iran
*2-*Assistant *professor, Department* of food processing *University of Rasht, province of Rasht, Iran*
.
3-Assistant professor, Department of Food Science and Industry, University of Rasht, province of Rasht, Iran

Received: 02-June-2019 **Accepted: 05-December-2019**

Abstract
The replacement of wheat flour with bream (*Abramis brama*) fish powder in pasta making at 5, 7.5, 10, 15 and 20 g/100 g levels was carried out to evaluate the effects on cooking quality and chemical properties of the supplemented pasta samples. The results demonstrated that pasta with fish protein had increased protein (25.91±0.70), lipid (6.94±0.50), ($P < 0.05$), decreased cooking time (13.30min) and increased cooking loss (8.2%) compared with wheat flour control pasta. However, except 20%, all pasta protein samples were in the acceptable range (8 g/100 g) for cooking loss. Thus, pasta fortified with fish powder has the potential to be a technological alternative for the food industry to provide protein enriched pasta.

Keywords: Nutritional Value, Fish protein, Enrichment, Functional Food, *Abramis brama.*

Corresponding author: Aria Babakhani Email: arialashkan@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

پاستا دومین محصول پر مصرف غذایی در جهان است. مصرف پاستا در سال ۲۰۱۴ نسبت به سال ۲۰۱۳، ۲ میلیون تن افزایش یافته است (International Pasta Organisation Survey, 2015). فراورده‌های پاستا از جمله غذاهای ساده بر پایه غلات هستند که از سمولینای گندم دوروم و آب تشکیل می شود. فرمولاسیون ساده و سهولت فرایند تولید موجب شده تا این محصول به عنوان یک غذای نسبتاً ارزان برای تولید شناخته شود (David *et al*., 2001; Hamaker, 2007). این غذای پر طرفدار، بعد از مراحل مختلف تولید نظیر؛ مخلوط کردن آب و آرد گندم، اکستروژن، قالب‌گیری و خشک‌کردن بدست می‌آید (Del Nobile *et al*., 2005). از نظر تغذیه ای، پاستا محصولی کم چرب و همانند سایر غلات، سرشار از کربوهیدرات، فیبر، ویتامین و پروتئین‌های مغذی است. از این رو، امروزه به عنوان یک غذای مغذی و دارای ارزش غذایی بالا و قیمت مناسب، به مصرف می رسد (Foschia *et al*., 2015; Krishnan *et al*., 2012; Kadam and Prabhasankar, 2012).

پخت پاستا و ارتقای کیفیت آن، برای مصرف‌کنندگان این محصول اهمیت دارد. چرا که ویژگیهای پخت ضعیف، می‌تواند حتی پاستاهایی با کیفیت بسیار بالا را، به محصولی با کیفیت نامطلوب تبدیل نماید (Cocci *et al*., 2008). کیفیت پخت پاستا حسب شاخص‌های چسبندگی، سفتی، شدت پخت، جذب آب، درجه‌ی تورم و میزان افت مواد جامد در آب پخت تعیین می‌شود (Lee *et al*., 2002; Gelencser *et al*., 2008). استحکام و انعطاف‌پذیری پاستا و نیز میزان افت پخت به شبکه‌ی پروتئین و همچنین ساختار نشاسته‌ی محصول نسبت داده می‌شود (El-Khayat *et al*., 2006).

مطالعات بسیاری در سراسر جهان با هدف ارتقای کیفیت ترکیبات غذا-دارو و افزایش ارزش تغذیه‌ای پاستای متشکل از آرد گندم انجام شده است. تاکنون انواع مختلف پاستای آرد گندم در ترکیب با مواد مختلف از جمله آرد نخود (Wojtowicz and Moscicki, 2014)، پودر میگوی منجمد (Ramya *et al*., 2015)، گوشت میگو (Kadam and Prabhasankar, 2012)، گوشت گاو (Liu *et al*., 2016) و صدف سبز (Vijaykrishnaraj *et al*., 2015) تولید و غنی‌سازی شده‌اند.

موجودات دریایی با توجه به تنوع زیستی بسیار بالا، گنجینه با ارزشی از غذاهای سالم و ترکیبات زیست‌فعال محسوب می‌شوند. از مهمترین ترکیبات زیستی که می‌توان از آن برای غنی سازی محصولات غذایی استفاده نمود می‌توان به روغن ماهی، پودر پروتئین ماهی، انواع مختلف جلبک‌های دریایی و... اشاره نمود (Prabhasankar and Kadam, 2010). کنسانتره‌ی پروتئین ماهی[1] از نظر ظاهری پودری سفیدرنگ، بدون بو، طعم و مزه‌ی ماهی است و حاوی ۸۱ تا ۹۱ درصد پروتئین با کیفیت مناسب است که در بسیاری از کشورها به منظور مصارف انسانی در شرایطی کاملا بهداشتی تولید می‌شود. FPC محصولی با ارزش غذایی بالا و دارای اسیدهای آمینه ضروری به خصوص متیونین و لایزین و همچنین انواع مختلف ویتامین‌ها شامل A، B_{12}، D، B و برخی مواد معدنی نظیر کلسیم، فسفر، پتاسیم، سلنیوم، روی و آهن و نیز اسیدهای چرب غیراشباع به خصوص ایکوزاپنتانوئیک[2] و دوکوزاهگزانوئیک اسید[3] بسیار غنی است (Windsor, 2001; Dust *et al*., 2005; FAO. 2006; Stevanato *et al*., 2010; Rustad *et al*., 2011; Anbudhasan *et al*., 2014; Oliveira *et al*., 2015).

بنابراین، افزودن مقادیر کنترل شده‌ی آن به غذای روزمره انسان، به ویژه در رژیم غذایی افرادی که دچار کمبود پروتئین بوده و از عارضه‌ی سوءتغذیه رنج می‌برند، می‌تواند با تأمین نیازهای غذایی آن‌ها نقش مؤثری در تأمین سلامت جسمی، فکری و نشاط مصرف‌کننده داشته باشد (FDA. 2001; Rustad, 2011; Windsor, 2001). یکی از راهکارهای افزایش مصرف این ماده غذایی پرارزش

[1] Fish Protein concentrate (FPC)
[2] Eicosapentaenoic Acid (EPA)
[3] Docosahexaenoic acid (DHA)

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده از آن در فراورده‌های غلات شامل کیک، ماکارونی، بیسکوبیت، نان و... است (FAO, 1986). در اضافه نمودن این ماده غذایی می‌بایست ویژگی‌ها و خصوصیات معمول غذا تحت تأثیر قرار نگیرد. اخیرا نتایج خوبی از غنی‌سازی FPC با انواع ماکارونی، نوشیدنی‌های تهیه شده از شیر، سس، غذای نوزاد، غذاهای رژیمی و صبحانه کودک به دست آمده است (FAO, 2006). مطالعات مختلفی در مورد تاثیر پروتئین ماهی بر خصوصیات شیمیایی، کیفی و ارزش غذایی پاستا صورت گرفته است، از آن جمله می‌توان به تأثیر کنسانتره‌ی پروتئین ماهی تیلاپیا برخواص کیفی پاستا (Goes *et al*., 2016)، تأثیر پودر میگو بر خواص کیفی و شیمیایی پاستا (Ramya *et al*., 2015)، تاثیر پودر پروتئین ماهی کاد[1] بر خواص فیزیکو-شیمیایی پاستا (Desai *et al*., 2018) و تاثیر پودر پروتئین ماهی سالمون[2] بر خواص فیزیکو-شیمیایی پاستا (Desai *et al*., 2019) اشاره نمود. ماهی سیم با نام علمی *Abramis brama* متعلق به خانواده‌ی کپور ماهیان[3] است و ارزش غذایی بالایی به عنوان ماهیان تجاری ندارد. گرچه، این ماهی دارای پروتئین، ویتامین‌های مورد نیاز بدن، مواد معدنی و انواع اسیدهای آمینه است و ترکیب غذایی بسیار با ارزشی برای انسان را به وجود می آورد (Kazancheev, 1981; Anderson *et al*., 1993). با توجه به خصوصیات ذکر شده، این ماهی می‌تواند به عنوان گونه‌ای ارزشمند در غنی سازی محصولات غذایی پرکاربرد، مورد استفاده قرار گیرد. لذا، هدف از انجام این پژوهش، تولید پاستای غنی‌شده با کنسانتره‌ی پروتئین ماهی سیم و ارزیابی خصوصیات کیفی و ارزش تغذیه‌ای آن بود.

۲. مواد و روش‌ها

۲,۱. آماده‌سازی ماهی سیم

ماهی سیم از مرکز تکثیر و پرورش شهید انصاری تهیه و با استفاده از یولونیت حاوی یخ و در شرایط سرد به آزمایشگاه فرآوری منابع طبیعی دانشگاه گیلان منتقل شد. پس از شستشوی اولیه، امعا و احشا ماهیان جدا و مجدداً با آب آشامیدنی شستشو و فیله گردید. فیله‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در آب جوش پخته و سپس استخوان‌های بزرگ ماهیان جدا و با استفاده از دستگاه چرخ گوشت (Sergio, SME, 1190) چرخ گردید (Desai *et al*., 2018). گوشت ماهی چرخ شده در دمای 60^{o}C درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت در آون خشک و به کمک دستگاه آسیاب (Hardstone, Gcs2700w, England) پودر شد. کنسانتره تولید شده تا قبل از تهیه پاستا در کیسه‌های پلاستیکی زیپ‌کیپ در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند (Goes *et al*., 2016).

۲,۲. آماده‌سازی و تولید نمونه‌های پاستا

ابتدا نمونه شاهد؛ متشکل از آرد نول، آب، گلوتن و نمک تولید شد. در نمونه‌های حاوی کنسانتره پروتئینی، از نسبت آرد کاسته و به ترتیب در نسبت‌های وزنی به میزان ۰، ۵، ۷/۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد با کنسانتره‌ی پروتئین ماهی سیم جایگزین گردید. جهت تهیه خمیر پاستا، ۶۰ میلی‌لیتر در ۱۰۰ گرم نمونه آب مورد استفاده قرار گرفت. خمیر تهیه شده به مدت ۲۰ دقیقه در دمای یخچال قرار گرفت و پس از گذشت زمان موردنظر، خمیر حاصل با استفاده از دستگاه پاستا ساز (Marcato, Ampia 150 – Deluxe, Italy) در اندازه موردنظر به صورت پاستا تولید گردید (Desai *et al*., 2018). سپس خشک کردن پاستای تولید شده طی دو مرحله انجام گرفت؛ در مرحله اول نمونه‌ها در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه جهت جلوگیری از خشک شدن سریع سطح و ترک‌خوردگی سطح پاستا و در ادامه به مدت ۱۷ ساعت در دمای ۴۵ درجه سانتی گراد تا رسیدن به رطوبت مطلوب پاستا قرار گرفتند (Leon *et al*., 2014).

[1] *Pseudophycis bachus*
[2] *Oncorhynchus tschawytscha*
[3] *Cyprinidae*

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- خصوصیات شیمیایی آرد و کنسانتره پروتئین ماهی مورد استفاده در فرمولاسیون

تیمار	رطوبت (گرم بر ۱۰۰گرم)	پروتئین (گرم بر ۱۰۰گرم)	چربی (گرم بر۱۰۰ گرم)	خاکستر (گرم بر ۱۰۰ گرم)
آرد نول	۱۳/۱۶ ± ۰/۶۲	۱۴/۲۶ ± ۰/۶۹	۸/۵± ۰/۷۰۷	۰/۹۹ ± ۰/۰۰۷
کنسانتره‌ی پروتئین ماهی	۶/۳۸ ± ۰/۱۲	۷۸/۴۱ ± ۱/۴۷	۱۵/۱۹ ± ۰/۲۷	۳/۳۵ ± ۰/۲۱

۲.۳. آزمون‌های شیمیایی

رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی نمونه‌ها بر ا ساس روش‌های استاندارد AACC (۲۰۰۰) اندازه‌گیری شد.

۲.۴. آزمون‌های کیفی پخت

خصوصیات فیزیکو-شیمیایی (زمان پخت، درصد جذب آب، شاخص تورم، افت پخت) نمونه‌ها بر اساس Institute of Standards and Industrial Research of Iran (۲۰۰۸) اندازه گیری شد.

۲.۴.۱. زمان پخت

برای اندازه‌گیری زمان پخت نمونه‌ها، میزان ۱۰ گرم پاستا در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در حال جوش اضافه گردید. ۲ دقیقه قبل از زمان پخت تقریبی و هر ۳۰ ثانیه یک بار، یک تکه از پاستای در حال پخت خارج و بین دو صفحه شیشه‌ای فشرده شد تا زمانی که هیچ اثری از مغز سفید وسط پاستا باقی نماند. در این صورت پاستا به طور کامل پخته شده و زمان آن تعیین گردید.

۲.۴.۲. درصد جذب آب

جهت تعیین جذب آب، ۱۰ گرم پاستا در ۲۰۰ میلی لیتر آب مقطر در حال جوش غوطه‌ور گردید. بعد از پخت پاستا در زمان تعیین شده، پاستاها خارج شد و بعد از خنک شدن به مدت ۱۰دقیقه در دمای اتاق، توزین شدند و درصد جذب آب آن‌ها طبق فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\text{جذب آب} = \frac{\text{وزن پاستای خام}-\text{وزن پاستای پخته شده}}{\text{وزن پاستای خام}} \times ۱۰۰$$

۲.۴.۳. شاخص تورم

۱۰ گرم پاستا در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در حال جوش، غوطه‌ور گردید. پس از پخت، پا ستاها خارج شد و در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت قرار داده شدند تا خشک شوند. در نهایت اندیس بادکردگی طبق فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{شاخص تورم} = \frac{\text{وزن پاستا پس از خشک کردن} - \text{وزن پاستای پخته شده}}{\text{وزن پاستا پس از خشک کردن}}$$

۲.۴.۴. افت پخت

۱۰ گرم نمونه به ۲۰۰ میلی‌لیتر آب جوش تا رسیدن به زمان مناسب پخت اضافه گردید. این میزان در پا ستاهای تازه، زمانی ا ست که خط سفید مرکزی ر شته پا ستا در آب پخت از بین برود که برای پا ستاهای با قطر ۱/۲ میلی‌متر در این تحقیق به طور متوسط ۱۳ دقیقه تعیین گردید. سپس پاستاها خارج شد و آب پخت باقیمانده درون بشر به مدت ۱۰ساعت در یک آون در دمای ۱۱۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا آب آن به طور کامل تبخیر شود. ماده خشک باقی‌مانده توزین شد و به صورت درصد ماده‌ی از د ست رفته یا افت پخت در هر زمان پخت بیان گردید.

۲.۵. تجزیه تحلیل آماری داده‌ها

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS ۲۲ انجام شد. به منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کلموگراف– اسمیرونوف استفاده شد. برای مقایسه تیمارها از آزمون تجزیه وار یانس یک طرفه (ANOVA) و به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی

www.SID.ir

Archive of SID

در سطح ۵درصد استفاده شد. آزمایش‌ها در ۳ تکرار انجام شـد. داده‌ها به صـورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شد.

۳. نتایج

۳.۱. آزمون‌های شیمیایی

مقادیر رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر پاستاهای تولید شده در جدول (۲) آورده شده است. همانطور که از مقادیر جدول مشخص است، میزان پروتئین اندازه‌گیری شده با اضافه شدن کنسانتره پروتئین ماهی در نمونه‌های پاستا افزایش یافت. نمونه‌های ۷/۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰درصد با نمونه شاهد و نمونه ۵در صد اختلاف معنی‌داری داشتند ($p<۰/۰۵$). پاستای حاوی ۲۰درصد کنسانتره‌ی پروتئین ماهی و پاستای شاهد، بیشترین و کمترین میزان پروتئین را داشتند. با این حال بین نمونه ۲۰ و ۱۵در صد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($p>۰/۰۵$). با توجه به داده‌های جدول (۲) مشاهده می‌شود که درصد چربی نیز با اضافه شدن کنسانتره پروتئین ماهی افزایش یافت. بیشترین میزان چربی در نمونه ۲۰درصد و کمترین آن در نمونه شاهد مشاهده گردید. نمونه‌ی ۲۰درصد با نمونه شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). در نمونه‌های ۵، ۷/۵، ۱۰ و ۱۵درصد با اضافه شدن کنسانتره پروتئین ماهی میزان چربی نیز افزایش یافت، اما بین نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($p>۰/۰۵$). میزان خاکستر و رطوبت با اضافه شدن درصد کنسانتره پروتئین ماهی در پاستا افزایش یافت. با توجه به نتایج، بالاترین درصد خاکستر در نمونه‌ی ۲۰در صد و کمترین آن در نمونه‌ی شاهد مشاهده شد. با این حال بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). با افزایش درصد کنسانتره پروتئین ماهی در نمونه‌ها، میزان رطوبت کاهش یافت. بالاترین و کمترین میزان رطوبت در نمونه شاهد و ۲۰درصد مشاهده شد؛ هر چند بین نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$).

۳،۲. شاخص‌های کیفی پخت

۳،۲.۱. افت پخت

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می شود؛ میزان افت پخت در نمونه‌های مختلف بسیار متفاوت است. این میزان در تمامی نمونه‌ها با افزایش درصد کنسانتره پروتئین ماهی روند افزایشی داشت. نتایج نشان داد پاستای حاوی ۲۰درصد کنسانتره‌ی پروتئین ماهی بالاترین افت پخت و پاستای حاوی ۵، ۷/۵، ۱۰ و ۱۵درصد کنسانتره‌ی پروتئین ماهی پس از پاستای حاوی ۲۰در صد کنسانتره پروتیئن ماهی به ترتیب روند افزایشی داشتند. کمترین درصد افت پخت متعلق به پاستای شاهد بود. براساس نتایج، نمونه‌ی ۱۵ و ۲۰در صد کنسانتره‌ی پروتئین ماهی با پاستای شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بود. پاستای شاهد کمترین میزان در صد افت پخت را از خود نشان داد اما با نمونه‌های دارای۵، ۷/۵و ۱۰درصد کنسانتره‌ی پروتئین ماهی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد($p>۰/۰۵$).

۳،۲.۲. زمان پخت

جدول ۳ نتایج شاخص‌های کیفی پخت درپاستای حاوی درصدهای مختلف کنسانتره‌ی پروتئین ماهی را نشان می‌دهد. با وجود کاهش نسبی در زمان کلی پخت نسبت به شاهد، اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌های حاوی کنسانتره‌ی پروتئین ماهی و نمونه‌ی شاهد مشاهده نشد.

۳،۲.۳. درصد جذب آب

میزان درصد جذب آب توسط پاستاهای حاوی کنسانتره پروتئین ماهی در جدول ۳ نشان داده شده است. افزایش میزان غنی سازی با کنسانتره‌ی پروتئین ماهی در پاستا، سبب کاهش میزان جذب آب شد. بیشترین میزان جذب آب در نمونه‌ی شاهد مشاهد شد که در مقایسه با سایر نمونه‌ها این اختلاف معنی‌داری نبود ($p>۰/۰۵$).

۳،۲.۴. شاخص تورم

نتایج نشان داد که با اضافه شدن کنسانتره پروتئین ماهی شاخص تورم یا بادکردگی کاهش می‌یابد. بیشترین

www.SID.ir

Archive of SID

وکمترین میزان شاخص تورم در پاستای شاهد و ۲۰درصد مشاهده گردید. همچنین بین نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید($p>0/05$) (جدول۳).

جدول ۲- میانگین ترکیب بیو شیمیایی پاستاهای حاوی درصدهای مختلف کنسانتره پروتئین ماهی.

تیمار	رطوبت (گرم بر۱۰۰گرم)	پروتئین (گرم بر۱۰۰گرم)	چربی (گرم بر۱۰۰ گرم)	خاکستر (گرم بر۱۰۰ گرم)
شاهد	۸± ۰/۸۷^{a}	۱۴/۳۸ ± ۰/۲۴^{d}	۴/۲۲± ۰/۶۲^{b}	۰/۸۹۷± ۰/۰۲۸^{a}
۵٪ کنسانتره پروتئین ماهی	۸/۶± ۱/۲۸^{a}	۱۴/۸۸ ± ۰/۳۵^{d}	۴/۸۵± ۰/۴۵^{ab}	۰/۹۲۱± ۰/۰۰۶^{a}
۷٫۵٪ کنسانتره پروتئین ماهی	۷/۸۰± ۱/۹۸^{a}	۱۸/۵۸± ۰/۲۹^{c}	۵/۳۴± ۰/۹۴^{ab}	۰/۹۳۸± ۰/۰۰۶^{a}
۱۰ ٪ کنسانتره پروتئین ماهی	۷/۲۸± ۰/۸۴^{a}	۲۱/۲۶± ۰/۳۷^{b}	۵/۷۹± ۰/۰۶^{ab}	۰/۹۳۷± ۰/۰۲۷^{a}
۱۵٪کنسانتره پروتئین ماهی	۷/۳۷± ۰/۸۷^{a}	۲۴/۴۸± ۰/۰۶^{a}	۶/۲۹± ۰/۱۶^{ab}	۰/۹۳۶± ۰/۰۴۷^{a}
۲۰ ٪کنسانتره پروتئین ماهی	۷/۴۷± ۰/۱۲^{a}	۲۵/۹۱± ۰/۷۰۷^{a}	۶/۹۴± ۰/۵۰^{a}	۰/۹۴± ۰/۰۱^{a}

*حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در بین تیمارها می‌باشد ($p < 0/05$).

جدول ۳- میانگین شاخص‌های کیفی پخت درپاستاهای حاوی درصدهای مختلف کنسانتره پروتئین ماهی.

تیمار	زمان پخت (دقیقه)	افت پخت (گرم بر۱۰۰گرم)	شاخص تورم (گرم آب بر گرم ماده خشک)	درصد جذب آب (گرم بر۱۰۰گرم)
شاهد	۱۴/۳۰	۳/۹۳± ۰/۰۷^{b}	۲/۷۲±۰/۱۳^{a}	۲۲۱/۳۰±۱۶/۰۷^{a}
۵٪ کنسانتره پروتئین ماهی	۱۴/۲۰	۶/۱۰± ۰/۴۶^{ab}	۲/۵۱±۰/۲۷^{a}	۱۹۷/۸۹±۵/۴۳^{a}
۷٫۵٪ کنسانتره پروتئین ماهی	۱۴/۱۵	۶/۹۲± ۰/۶۸^{ab}	۲/۴۶±۰/۳۳^{a}	۱۹۲/۸۷±۱۹/۶۱^{a}
۱۰ ٪ کنسانتره پروتئین ماهی	۱۴/۱۰	۶/۹۷± ۰/۹۸^{ab}	۲/۴۵±۰/۱۲^{a}	۱۹۱/۸۷±۳/۶۸^{a}
۱۵٪کنسانتره پروتئین ماهی	۱۳/۳۰	۷/۸۴± ۰/۴۳^{a}	۲/۴۶±۰/۰۳^{a}	۱۸۴/۲۲± ۹/۳۱^{a}
۲۰ ٪کنسانتره پروتئین ماهی	۱۳/۳۰	۸/۲۱± ۱/۵۷^{a}	۲/۳۳±۰/۰۱^{a}	۱۸۰/۲۷± ۴/۵۰^{a}

*حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در بین تیمارها است ($p < 0/05$).

۴. بحث و نتیجه گیری

غذاهای فراسودمند، غذاهای دارای ظاهری مشابه با غذاهای متداولند و در برنامه‌ی غذایی روزانه مصرف می‌شوند. این غذاها افزون بر ارزش‌های غذایی پایه، حداقل دارای یک خاصیت مشخص یعنی ارتقای سلامت و همچنین پیشگیری و درمان بیماری‌اند (Diplock *et al*., 1999).

تولید کنسانتره پروتئینی به نوع ماهی بستگی دارد و دارای خصوصیات شیمیایی و فیزیکی متفاوت‌اند. بنابراین، نوع ماهی‌ای که برای تولید کنسانتره پروتئین مورد استفاده قرار می‌گیرد بر ترکیب شیمیایی محصول نهایی تاثیر گذار خواهد بود (Beklevik *et al*, 2005). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از کنسانتره پروتئین ماهی موجب تغییرات معنی‌دار پروتئین در پاستا گردید. مقادیر بالاتر پروتئین در پاستا به علت وجود پروتئین ماهی و حرارت مناسب برای خشک‌کردن کنسانتره

www.SID.ir

Archive of SID

پروتئین ماهی است. حرارت‌دهی بیش از حد موجب دناتوره شدن پروتئین، کاهش دسترسی به اسیدهای آمینه ضروری، کاهش ارزش غذایی و کاهش محتوای پروتئینی می‌گردد (Destura and Haard, 2013). در این پژوهش با توجه به نتایج مشخص شد که با افزایش درصد کنسانتره پروتئین ماهی میزان پروتئین در پاستای حاوی کنسانتره ۲۰ در صد افزایش یافت و این مقدار افزایش در مورد فراورده‌هایی مانند ماکارونی و پاستا که محتوای پروتئینی کمی دارند می‌تواند عامل تاثیر گذاری در غنی سازی باشد. در بررسی Monteiro و همکاران (۲۰۱۶) و Desai و همکاران (۲۰۱۸) مبنی بر غنی‌سازی پاستا با پودرپروتئین ماهی تیلاپیا[1] و پودر پروتئین ماهی کاد مشخص شد، با اضافه شدن پودر پروتئین ماهی در پاستا، میزان پروتئین در پاستاهای تولید شده به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد، که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. میزان خاکستر نمونه‌ها با افزایش میزان کنسانتره در تیمارها افزایش یافت. وجود استخوان‌های ریز بین عضلانی کپورماهیان در فرایند تولید کنسانتره پروتئین ماهی، سبب افزایش خاکستر شد. در مطالعه‌ای که Chin و همکاران (۲۰۱۲) بر غنی‌سازی نودل با مینس ماهی انجام دادند، نیز با اضافه شدن مینس ماهی، خاکستر به طور معنی‌داری افزایش یافت. میزان چربی نیز با افزایش میزان کنسانتره‌ی پروتئینی افزایش نشان داد. در پژوهش‌هایی که توسط Monteiro و همکاران (۲۰۱۶) و Desai و همکاران (۲۰۱۹) انجام شدند، از پودرپروتئین ماهی تیلاپیا و پودر پروتئین ماهی سالمون در تولید پاستاهای حاوی پودرپروتئین ماهی استفاده شد. نتایج نشان داد که تحت تاثیر افزودن درصدهای مختلف از پودر پروتئین ماهی، میزان چربی افزایش می‌یابد.

درصد رطوبت نمونه‌ها با افزایش درصد کنسانتره‌ی پروتئین ماهی کاهش یافت، دلیل این پدیده می‌تواند ساختار پروتئینی ماهی در پاستا باشد که قابلیت جذب آب در آن‌ها پایین است و در نتیجه رطوبت بیشتری را طی تبخیر آزاد می‌کنند (Homayouni *et al*., 2014; Zhang *et al*., 2016). در حین خشک نمودن نمونه‌ها، به علت وجود ساختار پروتئینی ماهی در پاستا، تغییرات پروتیئنی کمتر بود و محصول تولیدی رطوبت کمتری را نشان داد (Gomez-Guillen *et al*., 1997; Zhang *et al*., 2016). در مطالعه‌ی Gose و همکاران (۲۰۱۶) تاثیر کنسانتره پروتئین ماهی تیلاپیا بر خواص شیمیایی و حسی پاستا مورد ارزیابی قرار گرفت. با افزایش درصد کنسانتره پروتئین ماهی در پاستا میزان رطوبت افزایش یافت که علت این پدیده به شرایط نامطلوب خشک کردن نمونه‌ها می‌تواند ارتباط داشته باشد.

در طول زمان پخت پاستا، آب از بیرون به داخل مهاجرت می‌کند و سبب ژلاتینه شدن نشاسته می‌گردد. افزایش زمان پخت به افزایش جذب آب بستگی دارد (Cheng *et al*., 2005). در این پژوهش زمان پخت بهینه با اضافه شدن کنسانتره پروتئین ماهی در نمونه‌ها کاهش یافت. دلیل این پدیده می‌تواند ساختار پروتئینی ماهی در پاستا باشد که با کمپلکس‌های نشاسته موجود در ساختار پاستا اتصال آبی برقرار نمی‌کنند و در نتیجه درصد ژلاتینه شدن نشاسته و قابلیت نگهداری آب و همچنین درصد جذب آب آن کاهش می‌یابد. در نتیجه زمان کمتری لازم است تا نشاسته به طور کامل ژلاتینه گردد و ساختار گچی پاستا از بین برود (Desai *et al*., 2018). در بررسی Desai و همکاران (۲۰۱۸) مبنی بر غنی‌سازی پاستا با پودر پروتئین ماهی کاد و سالمون ، با افزایش درصد پودر پروتئین ماهی در پاستا زمان پخت کاهش یافت، که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. همچنین در مطالعات دیگر نیز مشخص شد که اضافه شدن آرد سویا و آرد لوبیا در پاستا، موجب کاهش زمان پخت می‌شود (De la Pena *et al*., 2014). هر چند در مطالعات دیگر نشان داده شد که پاستای تهیه شده از گوشت میگو و پاستای تهیه شده از مینس ماهی کاتلا[2] حداقل زمان پخت بهینه، طولانی‌تر از پاستای شاهد گزارش شد.

[1] *Oreochromis niloticus*
[2] *Katla katla*

www.SID.ir

Archive of SID

وجود شبکه‌های پروتئینی در ماهی و گوشت میگو در پاستا و ایجاد کمپلکس‌هایی با نشاسته موجود در ساختار پاستا یک اتصال آبی برقرار می‌کند و در نتیجه درصد ژلاتینه شدن نشاسته و قابلیت نگهداری آب و همچنین درصد جذب آب درآن افزایش می‌یابد. به همین دلیل زمان بیشتری لازم است تا نشاسته به طور کامل ژلاتینه گردد و ساختار گچی پاستا از بین برود (Lakshmi *et al*., 2013; Ramya *et al*., 2015).

در صد افت پخت در تمامی نمونه‌های پاستا، با اضافه شدن کنسانتره پروتئین ماهی در نمونه‌ها افزایش یافت، که این افت با افزودن ۲۰در صد کنسانتره پروتئین ماهی افزایش بیشتری داشت. درصد افت پخت معیاری از حفظ ساختار پاستا در حین فرآیند پخت است. هر چه میزان کمیت و کیفیت پروتئین موجود در بافت پاستا بیشتر باشد، افت پخت کمتر می‌شود. بر اساس مطالعات Grzybowski و همکاران (۱۹۷۹) محتوای پروتئینی پاستا در کاهش لعاب پخت و آبگیری محصول حین پخت، تأثیر مثبت دارد و این بدان معناست که به هر میزان، مقدار پروتئین فعال موجود در بافت پاستا بیشتر باشد، افت پخت کمتر شده و محصول آب بیشتری به خود جذب می‌کند. لعاب پخت نشان‌دهنده‌ی ویژگی‌های سطحی پاستا است و افزایش لعاب پخت باعث چسبنده شدن سطح پاستا می‌شود (Shiau *et al*., 2001). افزایش لعاب پخت یک ویژگی نامطلوب است و بدان معناست که محتوای نشاسته باقی مانده در آب پخت افزایش یافته و محصول موردنظر مقاومت کمی به فرایند پخت دارد (Chalamaiah *et al*., 2013). از آنجایی که سطح قابل قبول کاهش افت پخت، زیر ۱۰در صد تعیین شده است (Wojtowicz and Moscickil, 2009). بنابراین، نتایج این پژوهش در دامنه قابل قبولی قرار دارد، پس می‌توان نتیجه گرفت افزایش افت پخت در پاستای غنی شده با پودر ماهی ممکن است به ضعیف بودن پروتئین و اختلال در شبکه پروتئینی گلوتن نسبت داده شود. در این پژوهش تیمار حاوی ۲۰ کنسانتره پروتئین ماهی در پاستا و نمونه شاهد به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین میزان افت پخت را نشان دادند که با نتایج پژوهش Ramya و همکاران (۲۰۱۵) در ارتباط با غنی سازی پاستا با پودر میگو به میزان ۱۰ و ۲/۵در صد که به ترتیب بیشترین و کمترین میزان افت پخت را نشان دادند هم سو است. در بررسی Kadam و Prabhasankar (۲۰۱۲) در غنی‌سازی پاستا با پودر میگو نیز گزارش شده است که با اضافه شدن پودر میگو به پاستا، میزان افت پخت افزایش می‌یابد. در مطالعه Phongthai و همکاران(۲۰۱۷) برای غنی سازی پاستا از پروتئین سویا استفاده شد، با افزایش درصد پروتئین سویا در پاستا افت پخت افزایش یافت، که تایید کننده نتایج این پژوهش است. Martínez و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که با غنی‌سازی پاستا با آرد بادام زمینی میزان افت پخت افزایش می‌یابد.

با توجه به نتایج بدست آمده با اضافه شدن کنسانتره‌ی پروتئین ماهی در پاستا، شاخص تورم کاهش می‌یابد که به دلیل وجود شبکه‌های پروتئینی ماهی در پاستا است، علت کاهش شاخص تورم، ضعف تشکیل و ژلاتینه شدن گرانول‌های نشاسته بیان شده است (Desai *et al*., 2018). این رفتار می‌تواند به شرایط تولید و مواد استفاده شده نیز مرتبط باشد. در بررسی‌های Liu و همکاران (۲۰۱۶)، غنی‌سازی پاستا با گوشت گاو صورت گرفت و مشخص شد که با اضافه شدن گوشت گاو در پاستا، شاخص تورم کاهش می‌یابد که روند مشابهی با نتایج مطالعه حاضر دارد. یکی از وقایع مهم در ژلاتینه شدن گرانول‌های نشاسته، افزایش جذب آب درآن‌ها است. گرانول‌های نشاسته عامل اصلی جذب آب در پاستا، در حین پخت محسوب می شود. این امر به دلیل تخریب تدریجی ساختار کریستالی نشاسته درون گرانول‌ها و تورم تدریجی آن‌ها است. در حالی که شبکه‌های گلوتن به دلیل دناتوره شدن در هنگام پخت، قابلیت جذب آب خود را تا حد زیادی از دست می‌دهند (Delcour *et al*., 2000).

با اضافه شدن کنسانتره پروتئین ماهی درصد جذب آب کاهش می‌یابد (جدول ۲). کمپلکس‌های پروتئین نشاسته موجود در ساختار پاستا اتصال آبی برقرار نمی‌کنند و در نتیجه درصد ژلاتینه شدن نشاسته و قابلیت نگهداری آب و

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین در صد جذب آب در پا ستا کاهش می‌یابد. ا ضافه شدن پودر میگو و پودر صدف سبز در پاستا، موجب کاهش جذب آب شده است، که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد (Vijaykrishnaraj *et al*., 2015; Ramya *et al*., 2015). در مطالعه‌ی غنی‌سازی پاستا با پودر پروتئین ماهی سالمون (*Oreochromis niloticus*)، با افزودن پودر پروتئین ماهی در پاستا، درصد جذب آب کاهش یافت (Monteiro *et al*.,2019). Desai و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که با اضافه شدن پودر پروتئین ماهی سالمون (*Oncorhynchus tschawytscha*) در پاستا، شاخص جذب آب نسبت به نمونه شاهد کاهش می‌یابد.

۵. نتیجه گیری

در این پژوهش نشان داده شد که افزودن کنسانتره‌ی پروتئین ماهی تاثیر مثبتی بر ترکیب شیمیایی پاستا دارد و میزان چربی، خاکستر و پروتئین در پاستا افزایش می یابد و نیززمان پخت را کاهش می‌دهد. با توجه به اینکه هیچ یک از تیمارها در برگیرنده تمامی اثرات مثبت نبودند، در مجموع می‌توان اظهار نمود که پاستای حاوی ۷/۵در صد کنستانتره پروتئین ماهی و ضعیت مطلوب‌تری نسبت به سایر پاستاهای تولیدی دارد.

References

AACC., 2000. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists (10th ed.). St. Paul, 338 USA.

Anbudhasan, P., Asvini, G., Surendraraj, A., Ramasamy, D., Sivakumar, T., 2014. Development of functional pasta enriched with omega 3 fatty acids. *Food Technology* 51, 1-6.

Anderson, J.S., Lall, S.P., Anderson, D.M., McNiven, M. A., 1993. Evaluation of protein quality in fish meals by chemical and biological assays. *Aquaculture* 115(3-4), 305-325.

Beklevik, G., Polat, A., Ozogul, F., 2005. Nutritional value of sea bass fillet during frozen storage. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science* 29, 891- 895.

Cocci, E., Sacchetti, G., Vallicelli, M., Angioloni, A., Dalla Rosa, M., 2008. Spaghetti cooking by microwave oven: Cooking kinetics and product quality. *Journal of food engineering* 85(4), 537-546.

Chalamaiah, M., Balaswamy, K., Rao, G.N., Rao, P.P., Jyothirmayi, T., 2013. Chemical composition and functional properties of mrigal (*Cirrhinus mrigala*) egg protein concentrates and their application in pasta. *Journal of food science and technology* 50(3), 514-520.

Cheng, Y., Shimizu, N., Kimura, T., 2005. The viscoelastic properties of soybean curd (tofu) as affected by soymilk concentration and type of coagulant. *International journal of food science & technology*, 40(4), 385-390.

Chin, C.K., Huda, N., Yang, T.A., 2012. Incorporation of surimi powder in wet yellow noodles and its effects on the physicochemical and sensory properties. *International Food Research Journal* 19(2), 701-707.

Del Nobile, M.A., Baiano, A., Conte, A., Mocci, G., 2005. Influence of protein content on spaghetti cooking quality. *Journal of Cereal Science* 41(3), 347-356.

Destura, F., Haard, N., 2013. Development of intermediate moisture fish patties from minced rockfish meat (*Sebastes sp*). *Aquatic Food Product Technology Journal* 82: 77-94.

Dust, J.M., Grieshop, C.M., Parsons, C.M., Karr-Lilienthal, L.K., Schasteen, C.S., Quigley III, J.D., Fahey Jr, G.C., 2005. Chemical composition, protein quality, palatability, and digestibility of alternative protein sources for dogs. *Journal of animal science* 83(10), 2414-2422.

David A.V. Dendy, Bogdan J. Dobraszczyk. Cereals and cereal products: chemistry and technology. Springer, Inc; 2001 p, 430.

Desai, A.S., Brennan, M.A., Brennan, C.S., 2019. Influence of semolina replacement with salmon (*Oncorhynchus tschawytscha*) powder on the physicochemical attributes of fresh pasta. *International Journal of Food Science & Technology* 54(5), 1497-1505.

www.SID.ir

Archive of SID

Desai, A., Brennan, M., Brennan, C., 2018. Effect of fortification with fish (*Pseudophycis bachus*) powder on nutritional quality of durum wheat pasta *Foods* 7(4), 62.

Delcour, J.A., Vansteelandt, J., Hythier, M.C., Abecassis, J., 2000. Fractionation and reconstitution experiments provide insight into the role of starch gelatinization and pasting properties in pasta quality. *Journal of agricultural and food chemistry* 48(9), 3774-3778.

Diplock, A. T., Aggett, P. J., Ashwell, M., Bornet, F., Fern, E. B., Roberfroid, M.B., 1999. Scientific concepts of functional foods in Europe: Concensus document *British Journal of Nutrition*, 81(suppl. 1), 1–27.

De la Peña, E., Manthey, F.A., 2014. Ingredient composition and pasta: water cooking ratio affect cooking properties of nontraditional spaghetti. *International journal of food science & technology* 49(10), 2323-2330.

El-Khayat, G.H., Samaan, J., Manthey, F.A., Fuller, M.P., Brennan, C.S., 2006. Durum wheat quality I: correlation between physical and chemical characteristics of Syrian durum wheat cultivars. *International Journal of Food Science and Technology* 41, 22-29.

FAO, 2006. Fish protein concentrate, fish flour, fish hydrolyzate. Animal Feed resources information system. http://www.FAO.org

FAO, 1986. Fish Protein Concentrate. Fisheries Technical Paper, Food & Agriculture Organization of United Nation, Roma.

FDA, U. 1998. Food additives permitted for direct addition to food for human consumption; sucralose. 21CFR Part 172 [Docket No. 87F-0086]. *Federal Register* 63(64), 16417-16433.

Foschia, M., Peressini, D., Sensidoni, A., Brennan, M.A., Brennan, C.S., 2015. How combinations of dietary fibres can affect physicochemical characteristics of pasta. *LWT-Food Science and Technology* 61(1), 41-46.

Gelencsér, T., Gál, V., Hódsági, M., Salgó, A., 2008. Evaluation of quality and digestibility characteristics of resistant starch-enriched pasta. *Food and Bioprocess Technology* 1(2), 171-179.

Goes, E.S., D.R., Souza, M.L.R.D., Michka, J.M.G., Kimura, K.S., Delbem, A.C.B., Gasparino, E., 2016. Fresh pasta enrichment with protein concentrate of tilapia: nutritional and sensory characteristics. *Food Science and Technology* 36(1), 76-82.

Gomez-Guillen, M.C., Borderías, A.J., Montero, P., 1997. Chemical interactions of nonmuscle proteins in the network of sardine (*Sardina pilchardus*) muscle gels. *LWT-Food Science and Technology* 30(6), 602-608.

Grzybowski, R.A., Donnelly, B.J., 1979. Cooking properties of spaghetti: factors affecting cooking quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 27(2), 380-384.

Hamaker, B. R. (Ed.), 2007. *Technology of functional cereal products*. Elsevier *Woodhead publishing in food science and technology* New York, 568 p.

Homayouni, A., Amini, A., Keshtiban, A.K., Mortazavian, A.M., Esazadeh, K., Pourmoradian, S., 2014. Resistant starch in food industry: A changing outlook for consumer and producer. *Starch-Stärke* 66(1-2), 102-114.

International Pasta Organisation Survey. Roma, Italia (2015). htttp://internationalpasta.org/pasta/sttistics/Accessed 14.05.2017.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran, 2008. Pasta, features and methods of test, 4th Revision, NO 213.

Kadam, S.U., Prabhasankar, P., 2012. Evaluation of cooking, microstructure, texture and sensory quality characteristics of shrimp meat-based pasta. *Journal of texture studies* 43(4), 268-274.

Kazancheev, E.N., 1981. Fishes of the Caspian Sea (Identification keys). *Food industry publication. Moscow*, 166 p.

Krishnan, J.G., Menon, R., Padmaja, G., Sajeev, M.S., Moorthy, S. N., 2012. Evaluation of nutritional and physicomechanical characteristics of dietary fiber-enriched sweet potato pasta. *European Food Research and Technology* 234(3), 467-476.

Lakshmi Devi, N., Aparna, K. Kalpana, K., 2013. Utilization of fish mince in formulation and development of pasta products. *International Food Reearchs Journal* 20(1), 219-224.

Lee, S.J., Rha, M., Koh, W., Park, W., Lee, C., Kwon, Y.A., Hwang, J. K., 2002. Measurement of cooked noodle stickiness using a modified instrumental method. *Cereal chemistry* 79(6), 838-842.

www.SID.ir

Archive of SID

Liu, T., Hamid, N., Kantono, K., Pereira, L., Farouk, M.M., Knowles, S.O., 2016. Effects of meat addition on pasta structure, nutrition and in vitro digestibility *Food chemistry 213*, 108-114.

Leon, A.E., De Marco, E.R., Steffolani, M.E., Martinez, C.S., 2014. Effects of *Spirulina* biomass on the technological and nutritional quality of bread wheat pasta. *LWT-Food Science and Technology* 58(1), 102-108.

Martínez, M.L., Marín, M.A., Gili, R.D., Penci, M.C., Ribotta, P.D., 2017. Effect of defatted almond flour on cooking, chemical and sensorial properties of gluten-free fresh pasta *International journal of food science & technology* 52(10), 2148-2155.

Monteiro, M.L.G., Márs ico, E.T., Junior, M.S.S., Magalhães, A.O., Canto, A.C.V., Costa-Lima, B.R., Junior, C.A.C., 2016. Nutritional profile and chemical stability of pasta fortified with tilapia (*Oreochromis niloticus*) flour. *PloS one* 11(12), e0168270.

Monteiro, M. L. G., Márs ico, E. T., Deliza, R., Castro, V. S., Mutz, Y. S., Junior, M. S. S., Conte-Junior, C. A., 2019. Physicochemical and sensory characteristics of pasta enriched with fish (*Oreochromis niloticus*) waste flour. *LWT*.

Oliveira, I.S., Lourengo, L.F.H., Sousa, C.L, Joele, M.R.S.P., Ribeiro, S.C.A., 2015. Composition of MSM from Brazilian catfish and technological properties of fish. Flour. *Food Control* 50, 38-44.

Prabhasankar, P., Kadam, S.U., 2010. Marine foods as functional ingredients in bakery and pasta products. *Food Research International* 43(8), 1975-1980.

Phongthai, S., D'Amico, S., Schoenlechner, R., Homthawornchoo, W., Rawdkuen, S., 2017. Effects of protein enrichment on the properties of rice flour based gluten-free pasta. *LWT*, 80, 378-385.

Ramya, N.S., Prabhasankar, P., Gowda, L.R., Modi, V.K., Bhaskar, N., 2015. Influence of Freeze-Dried Shrimp Meat in Pasta Processing Qualities of Indian T. durum Wheat. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 24(6), 582-596.

Rustad, T., Storrø, I., Slizyte, R., 2011. Possibilities for the utilisation of marine by-products. *International Journal of Food Science & Technology* 46(10), 2001-2014.

Sedej, I., Sakač, M., Mandić, A., Mišan, A., Tumbas, V., Hadnađev, M., 2011. Assessment of antioxidant activity and rheological properties of wheat and buckwheat milling fractions. *Journal of Cereal Science* 54(3), 347-353.

Stevanato, F.B., Cottica, S.M., Petenuci, M.E., Matsushita., Desouza, N.E., Visentainer, J.V., 2010. Evaluation of processing, preservation, and chemical and fatty acid composition of Nile tilapia waste. *Journal of Food Processing and Preservation* 34, 373-383.

Shiau, S.Y., Yeh, A.I., 2001. Effects of alkali and acid on dough rheological properties and characteristics of extruded noodles. *Journal of Cereal Science* 33(1), 27-37.

Vijaykrishnaraj, M., Kumar, B., Prabhasankar, P., 2015. Green mussel (*Perna canaliculus*) as a marine ingredient to enrich gluten free pasta. Product quality, microstructure and biofunctional evaluation. *Food Measure* 9(1), 76-85.

Windsor, M.L. 2001. Fish protein concentrate.FAO. Corporate document repository. Torry advisory note NO: 39.

Wójtowicz, A., Mościcki, L., 2009. Influence of extrusion-cooking parameters on some quality aspects of precooked pasta-like products. *Journal of Food Science* 74(5), 226-233.

Wójtowicz, A., Mościcki, L., 2014. Influence of legume type and addition level on quality characteristics, texture and microstructure of enriched precooked pasta. *LWT-Food Science and Technology* 59(2), 1175-1185.

Zhang, T., Li, Z., Wang, Y., Xue, Y., Xue, C., 2016. Effects of konjac glucomannan on heat-induced changes of physicochemical and structural properties of surimi gels. *Food Research International* 83, 152-161.

www.SID.ir