



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 پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۴

تاریخ ارسال: ۱۳۹۸/۰۳/۱۲

چکیده

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



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

Z. Shoghi¹, A. Babakhani^{2*}, A. Pour Farzad³

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*.

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). فرآورده‌های پاستا از جمله غذاهای ساده بر پایه غلات هستند که از سمولینای گندم دوروم و آب تشکیل می‌شود. 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 خشک کردن بدست می‌آید (Del Nobile et al., 2005). از نظر تغذیه‌ای، 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 می‌رسد (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 غنی‌سازی 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^۱ 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 کاملاً 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، B₁₂، B، D و برخی مواد معدنی نظیر کلسیم، فسفر، پتاسیم، سلنیوم، روی و آهن و نیز اسیدهای چرب غیراشباع به خصوص ایکوزاپنتانوئیک^۲ و دوکوزاهگزانوئیک^۳ 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)

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°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 20°C درجه سانتی‌گراد 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 ۵، ۷/۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد با کنسانتره 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 30°C درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه جهت جلوگیری از خشک شدن سریع سطح و ترک‌خوردگی سطح پاستا و در ادامه به مدت ۱۷ ساعت در دمای 45°C درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به رطوبت مطلوب پاستا قرار گرفتند (Leon et al., 2014).

استفاده از آن در فرآورده‌های غلات شامل کیک، ماکارونی، بیسکویت، نان و... است (FAO, 1986). در اضافه نمودن این ماده غذایی می‌بایست ویژگی‌ها و خصوصیات معمول غذا تحت تأثیر قرار نگیرد. اخیراً 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 تأثیر پروتئین ماهی بر خصوصیات شیمیایی، کیفی و ارزش غذایی پاستا صورت گرفته است، از آن جمله می‌توان به تأثیر کنسانتره پروتئین ماهی تیلپیا بر خواص کیفی پاستا (Goes et al., 2016)، تأثیر پودر میگو بر خواص کیفی و شیمیایی پاستا (Ramya et al., 2015)، تأثیر پودر پروتئین ماهی کاد^۱ بر خواص فیزیکی-شیمیایی پاستا (Desai et al., 2018) و تأثیر پودر پروتئین ماهی سالمون^۲ بر خواص فیزیکی-شیمیایی پاستا (Desai et al., 2019) اشاره نمود. ماهی سیم با نام علمی *Abramis brama* متعلق به خانواده‌ی کپور ماهیان^۳ 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 می‌آورد (Kazanchev, 1981; Anderson et al., 1993). با توجه به خصوصیات ذکر شده، این ماهی می‌تواند به عنوان گونه‌ای ارزشمند در غنی‌سازی محصولات غذایی پرکاربرد، مورد استفاده قرار گیرد. لذا، هدف از انجام این پژوهش، تولید پاستای غنی‌شده با کنسانتره 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

¹ *Pseudophycis bachus*

² *Oncorhynchus tshawytscha*

³ *Cyprinidae*

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی آرد و کنسانتره پروتئین ماهی مورد استفاده در فرمولاسیون

| تیما | رطوبت (گرم بر ۱۰۰ گرم) | پروتئین (گرم بر ۱۰۰ گرم) | چربی (گرم بر ۱۰۰ گرم) | خاکستر (گرم بر ۱۰۰ گرم) |
|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| آرد نول | ۱۳/۱۶ ± ۰/۶۲ | ۱۴/۲۶ ± ۰/۶۹ | ۸/۵ ± ۰/۷۰۷ | ۰/۹۹ ± ۰/۰۰۷ |
| کنسانتره 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 اساس روش‌های استاندارد AACC (۲۰۰۰) اندازه‌گیری شد.

۲.۴. آزمون‌های کیفی پخت

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

۲.۴.۳. شاخص تورم

۱۰ گرم پاستا در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در حال جوش، غوطه‌ور گردید. پس از پخت، پاستاها 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:

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

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 میلی‌لیتر 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 ۱۰ دقیقه در دمای اتاق، توزین شدند و درصد جذب آب آن‌ها طبق فرمول زیر محاسبه گردید:

$$100 \times \frac{\text{وزن پاستای خام} - \text{وزن پاستای پخته شده}}{\text{وزن پاستای خام}} = \text{جذب آب}$$

۲.۴.۴. افت پخت

۱۰ گرم نمونه به ۲۰۰ میلی‌لیتر آب جوش تا رسیدن به زمان مناسب پخت اضافه گردید. این میزان در پاستاهای تازه، زمانی است که خط سفید مرکزی رشته پاستا در آب پخت از بین برود که برای پاستاهای 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 ۱۰ ساعت 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 دست 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-اسمیرنوف استفاده شد. برای مقایسه تیمارها از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) و به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی

۳،۲. شاخص‌های کیفی پخت

۳،۲،۱. افت پخت

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود؛ 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 ۲۰ درصد کنسانتره پروتئین ماهی بالاترین افت پخت و پاستای حاوی ۵، ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ درصد کنسانتره پروتئین ماهی پس از پاستای حاوی ۲۰ درصد کنسانتره پروتئین ماهی به ترتیب روند افزایشی داشتند. کمترین درصد افت پخت متعلق به پاستای شاهد بود. براساس نتایج، نمونه‌ی ۱۵ و ۲۰ درصد کنسانتره 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 دارای ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد کنسانتره پروتئین ماهی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($p > 0/05$).

۳،۲،۲. زمان پخت

جدول ۳ نتایج شاخص‌های کیفی پخت در پاستای حاوی درصد‌های مختلف کنسانتره پروتئین ماهی را نشان می‌دهد. با وجود کاهش نسبی در زمان کلی پخت نسبت به شاهد، اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌های حاوی کنسانتره 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 غنی‌سازی با کنسانتره پروتئین ماهی در پاستا، سبب کاهش میزان جذب آب شد. بیشترین میزان جذب آب در نمونه‌ی شاهد مشاهده شد که در مقایسه با سایر نمونه‌ها این اختلاف معنی‌داری نبود ($p > 0/05$).

۳،۲،۴. شاخص تورم

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

در سطح ۵ درصد استفاده شد. آزمایش‌ها در ۳ تکرار انجام شد. داده‌ها به صورت میانگین \pm 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 ۲۰ درصد با نمونه شاهد و نمونه ۵ درصد اختلاف معنی‌داری داشتند ($p < 0/05$). پاستای حاوی ۲۰ درصد کنسانتره پروتئین ماهی و پاستای شاهد، بیشترین و کمترین میزان پروتئین را داشتند. با این حال بین نمونه ۲۰ و ۱۵ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($p > 0/05$). 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 ۲۰ درصد و کمترین آن در نمونه شاهد مشاهده گردید. نمونه‌ی ۲۰ درصد با نمونه شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بود ($p < 0/05$). در نمونه‌های ۵، ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ درصد با اضافه شدن کنسانتره پروتئین ماهی میزان چربی نیز افزایش یافت، اما بین نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($p > 0/05$). میزان خاکستر و رطوبت با اضافه شدن در صد کنسانتره پروتئین ماهی در پاستا افزایش یافت. با توجه به نتایج، بالاترین در صد خاکستر در نمونه‌ی ۲۰ درصد و کمترین آن در نمونه‌ی شاهد مشاهده شد. با این حال بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p > 0/05$). با افزایش در صد کنسانتره پروتئین ماهی در نمونه‌ها، میزان رطوبت کاهش یافت. بالاترین و کمترین میزان رطوبت در نمونه شاهد و ۲۰ درصد مشاهده شد؛ هر چند بین نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p > 0/05$).

و کمترین میزان شاخص تورم در پاستای شاهد و ۲۰ درصد مشاهده گردید. همچنین بین نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($p > 0.05$) (جدول ۳).

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

| تیمار | رطوبت (گرم بر ۱۰۰ گرم) | پروتئین (گرم بر ۱۰۰ گرم) | چربی (گرم بر ۱۰۰ گرم) | خاکستر (گرم بر ۱۰۰ 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 در پاستاهای حاوی درصدهای مختلف کنسانتره پروتئین ماهی.

| تیمار | زمان پخت (دقیقه) | افت پخت (گرم بر ۱۰۰ گرم) | شاخص تورم (گرم آب بر گرم ماده خشک) | درصد جذب آب (گرم بر ۱۰۰ گرم) |
|----------------------------|------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| 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 خشک کردن کنسانتره

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 پروتئینی 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^۲ حداقل زمان پخت بهینه، طولانی‌تر از پاستای شاهد گزارش شد.

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 درصد 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 پودر پروتئین ماهی تیلاپیا^۱ 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 کپور ماهیان 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 کنسانتره پروتئینی افزایش نشان داد. در پژوهش‌هایی که توسط Monteiro و همکاران (۲۰۱۶) و Desai و همکاران (۲۰۱۹) انجام شدند، از پودر پروتئین ماهی تیلاپیا و پودر پروتئین ماهی سالمون در تولید پاستاهای حاوی پودر پروتئین 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 کنسانتره 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

¹ *Oreochromis niloticus*

² *Katla katla*

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 ۲/۵ درصد که به ترتیب بیشترین و کمترین میزان افت پخت را نشان دادند هم سواست. در بررسی Kadam و Prabhasankar (۲۰۱۲) در غنی سازی پاستا با پودر میگو نیز گزارش شده است که با اضافه شدن پودر میگو به پاستا، میزان افت پخت افزایش می یابد. 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 غنی سازی پاستا با آرد بادام زمینی میزان افت پخت افزایش می یابد.

با توجه به نتایج بدست آمده با اضافه شدن کنسانتره پروتئین ماهی در پاستا، شاخص تورم کاهش می یابد که به دلیل وجود شبکه های پروتئینی ماهی در پاستا است، علت کاهش شاخص تورم، ضعف تشکیل و ژلاتینه شدن گرانول های نشاسته بیان شده است (Desai et al., 2018). این رفتار می تواند به شرایط تولید و مواد استفاده شده نیز مرتبط باشد. در بررسی های Liu و همکاران (۲۰۱۶)، غنی سازی پاستا با گوشت گاو صورت گرفت و مشخص شد که با اضافه شدن گوشت گاو در پاستا، شاخص تورم کاهش می یابد که روند مشابهی با نتایج مطالعه حاضر دارد. یکی از وقایع مهم در ژلاتینه شدن گرانول های نشاسته، افزایش جذب آب در آن ها است. گرانول های نشاسته عامل اصلی جذب آب در پاستا، در حین پخت محسوب می شود. این امر به دلیل تخریب تدریجی ساختار کریستالی نشاسته درون گرانول ها و تورم تدریجی آن ها است. در حالی که شبکه های گلوتن به دلیل دناتوره شدن در هنگام پخت، قابلیت جذب آب خود را تا حد زیادی از دست می دهند (Delcour et al., 2000). با اضافه شدن کنسانتره پروتئین ماهی درصد جذب آب کاهش می یابد (جدول ۲). کمپلکس های پروتئین نشاسته موجود در ساختار پاستا اتصال آبی برقرار نمی کنند و در نتیجه درصد ژلاتینه شدن نشاسته و قابلیت نگهداری آب و

وجود شبکه های پروتئینی در ماهی و گوشت میگو در پاستا و ایجاد کمپلکس هایی با نشاسته موجود در ساختار پاستا یک اتصال آبی برقرار می کند و در نتیجه درصد ژلاتینه شدن نشاسته و قابلیت نگهداری آب و همچنین درصد جذب آب در آن افزایش می یابد. 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 نمونه های پاستا، با اضافه شدن کنسانتره پروتئین ماهی در نمونه ها افزایش یافت، که این افت با افزودن ۲۰ درصد 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 می شود. 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 می کند. لعاب پخت نشان دهنده ویژگی های سطحی پاستا است و افزایش لعاب پخت باعث چسبندگی شدن سطح پاستا می شود (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 فرآیند پخت دارد (Chalamaiah et al., 2013). از آنجایی که سطح قابل قبول کاهش افت پخت، زیر ۱۰ درصد تعیین شده است (Wojtowicz and Moscickil, 2009). بنابراین، نتایج این پژوهش در دامنه قابل قبولی قرار دارد، پس می توان 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 پایین ترین میزان افت

۵. نتیجه گیری

در این پژوهش نشان داده شد که افزودن کنسانتره پروتئین ماهی تاثیر مثبتی بر ترکیب شیمیایی پاستا دارد و میزان چربی، خاکستر و پروتئین در پاستا افزایش می یابد و نیز زمان پخت را کاهش می دهد. با توجه به اینکه هیچ یک از تیمارها در برگیرنده تمامی اثرات مثبت نبودند، در مجموع می توان اظهار نمود که پاستای حاوی ۷/۵ درصد کنسانتره پروتئین ماهی و وضعیت مطلوب تری نسبت به سایر پاستاهای تولیدی دارد.

همچنین در صد جذب آب در پاستا کاهش می یابد. اضافه 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 مطالعه غنی سازی 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 tshawytscha*) در پاستا، شاخص جذب آب نسبت به نمونه شاهد کاهش می یابد.

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 tshawytscha*) powder on the physicochemical attributes of fresh pasta. *International Journal of Food Science & Technology* 54(5), 1497-1505.

- 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., Borne, 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). <http://internationalpasta.org/pasta/statistics/> 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.
- Kazanchev, 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 physicomachanical 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 Research 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.

- 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., Mársico, 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., Mársico, 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., Lourenço, 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.