

ارزیابی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکوشیمیایی نان تست غنی شده با کنسانتره پروتئین ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*)

سحر غفاری^۱، سید ولی حسینی^{۱*}، مهرداد فرهنگی^۱، مجتبی بربری^۲

^۱گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

^۲شرکت کیان گرم نان، زنجان، ایران.

*نویسنده مسئول: soofiani@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۲۵

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۱

چکیده

نان غذای اصلی مردم بسیاری از کشورهای جهان را تشکیل می‌دهد. با توجه به این که پروتئین گندم از نظر اسیدهای آمینه خصوصاً لیزین و همچنین اسیدهای چرب غیر اشباع (امگا-۳ و امگا-۶) فقیر می‌باشد. اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب برای فعالیت‌های زیستی ضروری بوده و کمبود آن‌ها موجب اختلالات فیزیولوژیکی متعدد در انسان می‌گردد. کنسانتره پروتئین ماهی منبع غنی از پروتئین خصوصاً اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب مورد نیاز بدن می‌باشد که برای تامین رفع این نیازها مناسب می‌باشد. در این پژوهش اثر استفاده از سطوح مختلف کنسانتره پروتئینی ماهی کپور نقره‌ای (Silver Carp Protein Concentrate; SCPC)، (تیمار شاهد)، ۲، ۳ و ۴ درصد (به ترتیب تیمارهای A، B، C و D) بر شاخص‌های شیمیایی و فیزیکوشیمیایی نان‌های تولیدی با استفاده از یک طرح کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج در تمام تیمارها میزان پروتئین، چربی، رطوبت، WHC، pH افزایش یافت و از لحاظ آماری بین تیمارها تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($P < 0.05$). نتایج نشان داد اسیدهای آمینه ضروری بدن (لیزین و متیونین) و همچنین اسیدهای چرب (خصوصاً EPA و DHA) در تیمار D نسبت به تیمار شاهد افزایش و از نظر آماری تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($P < 0.05$). با افزایش سهم SCPC میزان شاخص‌های مغذی مورد آزمایش افزایش چشم‌گیر داشته و از نظر آماری داده‌ها دارای تفاوت معنی‌دار بودند. تیمار D با دارا بودن میزان بالای این مواد مغذی، برای غنی‌سازی نان و سایر محصولات نظیر ماکارونی، بیسکویت و غیره پیشنهاد می‌گردد.

واژگان کلیدی: کپور نقره‌ای، ارزش غذایی، پودر پروتئینه ماهی، نان تست.

مقدمه

با توجه به ویژگی‌های فرهنگی و اقتصادی کشور، نان از منابع اصلی الگوی غذایی افراد، ارزان‌ترین منبع پروتئین و انرژی در تغذیه اکثر مردم جهان است. امروزه میل به استفاده از نان‌های صنعتی به دلیل پایین بودن ضایعات، آماده‌سازی سریع، پذیرش عمومی بالا و سهولت دسترسی به نان تازه افزایش یافته است (ناصری و همکاران، ۱۳۸۸)؛ توان و همکاران، ۱۳۹۶). یکی از مشکلات نان‌های صنعتی کمبود پروتئین خصوصاً اسیدهای آمینه ضروری بدن و اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشد. استفاده از فرمولاسیون مناسب در تهیه نان می‌تواند تامین‌کننده بسیاری از مواد مورد نیاز بدن باشد و از ایجاد بسیاری

از بیماری‌ها نظیر سو تغذیه و دیابت پیشگیری نماید (Movahed, 2014). پروتئین گندم فاقد برخی از اسیدهای آمینه ضروری بدن (لیزین و متیونین) بوده که باید از منابع دیگری برای رفع نیازهای مصرف‌کنندگان تامین شود (کلانتر مهدوی و همکاران، ۱۳۹۵). روش‌های گوناگونی برای بالا بردن ارزش تغذیه‌ای نان و سایر محصولات مشابه آن صورت گرفته است. در این زمینه، غنی‌سازی غذا با مواد مغذی از اواسط قرن بیستم میلادی یک عمل پذیرفته شده توسط صنایع غذایی بوده و هدف آن افزایش ارزش غذایی از طریق پیشگیری یا اصلاح کمبودهای یک یا چند ماده مغذی است. نان ماده غذایی بسیار مناسبی برای غنی‌سازی می‌باشد، زیرا

آمینه را تامین، همچنین در فعالیت‌های فیزیولوژیک و ترمیمی بدن نقش مهمی ایفا می‌کند. آمینواسیدها براساس اهمیت آن‌ها در سنتز پروتئین به دو دسته، اسیدهای آمینه ضروری (لیزین، متیونین، هیستیدین، ایزولوسین، لوسین، ترئونین، فنیل آلانین و والین) و اسیدهای آمینه غیرضروری (آلانین، اسید آسپارتیک، اسید گلوتامیک، گلايسين، پرولين و سرين) تقسیم می‌شوند. کیفیت پروتئین بستگی به غلظت و نسبت اسیدهای آمینه تشکیل دهنده آن دارد. هرچه نسبت آمینواسیدهای ضروری در یک پروتئین بیشتر باشد، ارزش زیستی و کیفیت آن بیشتر خواهد بود (طاهری و همکاران، ۲۰۱۸).

چربی ماهی منبع مهمی از اسیدهای چرب بلند زنجیره چند اشباعی امگا-۳ مانند ایکوزاپنتانویک اسید (EPA) و دوکوزاهگزانویک اسید (DHA) است. ارزش غذایی چربی ماهی به اسیدهای چرب غیراشباع (امگا-۳ و امگا-۶) و ضرورت آن در جیره غذایی انسان می‌باشد (Gogus *et al.*, 2010). انجمن بین‌المللی با مطالعه روی اسیدهای چرب توصیه می‌کند که برای جلوگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی، EPA و DHA حداقل به میزان ۰/۵ گرم در روز مصرف شود. افزایش این اسیدهای چرب در غذا باعث کاهش بیماری‌های قلبی عروقی و تورم مفاصل روماتوئیدی می‌گردد (Cleland *et al.*, 2003; Wang *et al.*, 2006). اسید لینولنیک طی متابولیسم شدن در بدن تبدیل به EPA و DHA و در نهایت به پروستاگلندین می‌شوند. پروستاگلندین از ایجاد لخته در عروق جلوگیری و منجر به انقباض عروق می‌شود. همچنین از تولید ترومبوکسان A2 که منقبض کننده عروق و جمع کننده پلاکت‌ها است نیز جلوگیری می‌کنند. بیماران دیابتی توانایی کمی برای تبدیل اسید لینولنیک به EPA و DHA دارند. عوارض ناشی از آترواسکلروز که شامل بیماری‌های عروق کرونر، مغز و اندام‌ها است که در بیماران دیابتی شایع‌تر از امراض دیگر است (Gogus *et al.*, 2010; Devi *et al.*, 2013). همچنین چربی آبزیان

اکثریت افراد جامعه از آن استفاده کرده و افزایش مصرف آن بی‌خطر بوده است. در گذشته مطالعات محدودی در زمینه غنی‌سازی نان و محصولات نظیر ماکارونی، بیسکوئیت و غیره صورت گرفته است. در همین راستا در اواخر دهه ۱۹۶۰ میلادی، نانوائی‌های دولتی در هندوستان اقدام به تولید "نان نوین" غنی شده با استفاده از اسیدهای آمینه و مواد معدنی کردند (برنجی اردستانی و همکاران، ۱۳۸۸؛ معینی و همکاران، ۱۳۸۸; Bastos *et al.*, 2014).

یکی از روش‌های غنی‌سازی استفاده از کنسانتره پروتئین ماهی (SCPC) می‌باشد. SCPC به عنوان یک محصول برای مصارف انسانی بوده که از طریق حذف چربی و رطوبت گوشت ماهی به دست می‌آید، این محصول منبع خوبی از پروتئین، سرشار از اسیدهای آمینه ضروری و سایر مواد مغذی می‌باشد و برخلاف غذاهای خام و غیر عمل‌آوری (۲۰ درصد پروتئین)، حدود ۸۰ درصد پروتئین در خود جای می‌دهد (Adelek, 2010; Tahergorabi *et al.*, 2012). ماهیان به دلیل دارا بودن پروتئین‌هایی با ارزش غذایی بالا، سطح بالای آمینه ضروری بدن (لیزین و متیونین) نسبت به پروتئین‌های گیاهی، چربی‌های غیراشباع امگا-۳ و ویتامین اهمیت زیادی در رژیم غذایی انسان دارند، از این رو مصرف آبزیان در دهه‌های اخیر به دنبال اهمیت طبی و درمان بسیاری از بیماری‌های صعب‌العلاج در حال افزایش است (Haliloglu *et al.*, 2004; Khoshkhoo *et al.*, 2012; Bastos *et al.*, 2014). این ماده مغذی همچنین دارای خصوصیات عملکردی منحصر به فرد نظیر توانایی تولید ژل، ظرفیت امولسیون‌کنندگی، ظرفیت نگهداری آب و غیره می‌باشد که از این خصوصیات می‌توان در صنایع مختلف بهره‌گیری نمود. ترکیبات شیمیایی ماهی با توجه به گونه، منطقه صید، فصل، جنسیت و سن ماهی تغییر می‌کند (Khoshkhoo *et al.*, 2012; Mohamed *et al.*, 2015; dan Syahrul, 2014; *al.*).

اسیدهای آمینه ماهی نیازهای انسان به اسیدهای

پژوهش، غنی‌سازی نان تست با SCPC و بررسی اثر آن بر شاخص‌های شیمیایی و بیوشیمیایی نان‌های است.

مواد و روش‌ها

تهیه کنسانتره پروتئین ماهی کپور نقره‌ای به روش شستشو: ماهی کپور نقره‌ای در اوزان بازاری (با میانگین وزن 100 ± 1000 گرم) از بازار عرضه محصولات پروتئینی خریداری و به آزمایشگاه فرآوری آبزیان منتقل گردید و پس از شستشو با آب تمیز، مراحل اولیه فرآوری شامل سرزنی، تخلیه شکمی، پوست‌کنی و فیله‌سازی ماهیان در حضور مقادیر کافی از یخ انجام گرفت. فیله ماهیان با استفاده از چرخ گوشت خانگی (پارس خزر مدل ۱۲۰۰، ایران؛ قطر منفذ ۳ میلی‌متر) چرخ گردید. جهت تولید کنسانتره-ی پروتئین ماهی کپور نقره‌ای، گوشت چرخ شده طی ۳ مرحله و هر مرحله به مدت ۵ دقیقه با آب مقطر (با نسبت ۱:۴) در درجه حرارت ۴ درجه سانتی‌گراد درون ظرف هم‌زده شد و آبگیری به طور دستی صورت گرفت. مرحله سوم شستشو با آب نمک ۰/۳ درصد، جهت آبگیری بهتر از گوشت انجام گردید. پس از هر مرحله شستشو، فرآیند آبگیری توسط پارچه نظیف به صورت دستی انجام گرفت (Shimizu *et al.*, 1992). محصول نهایی در آن (DZF-6050 حجم ۵۰ لیتری) با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا محصول کاملاً خشک شود. در نهایت محصول خشک شده پس از آسیاب (مدل GR-123P) بسته‌بندی و تا زمان استفاده در یخچال نگهداری شد.

تهیه نان تست غنی شده با کنسانتره پروتئین ماهی کپور نقره‌ای: جهت غنی‌سازی نان تست، SCPC جایگزین آرد گندم مصرفی گردید. مقادیر جایگزینی شامل صفر (شاهد)، ۲، ۳ و ۴ درصد بود. عملیات تولید نان در کارخانه کیان گرم نان (زنجان، ایران) انجام گرفت. مواد اولیه پس از توزین با باسکول

در پیشگیری از بیماری‌هایی نظیر ام اس، کاهش سطح کلسترول و تری گلیسیرید، فشار خون بالا، افسردگی و سرطان نقش مهمی دارد. اسیدهای چرب غیر اشباع PUFA به طور گسترده به عنوان یکی از پایه‌های اصلی در سبک زندگی سالم و تغذیه پذیرفته شده است (شعبان‌پور و همکاران، ۱۳۹۴؛ اشرفی و همکاران، ۱۳۹۹؛ Gogus *et al.*, 2010; Harlioglu, 2012; Bastos *al et.*, 2014). جهان میزان مصرف سرانه آبزیان در سال ۲۰۱۳ حدود ۱۹/۷ کیلوگرم بود، این در حالی است که در سال ۲۰۱۶ مقدار آن به حدود ۲۰ کیلوگرم رسیده و پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۲۰ به ۲۳ کیلوگرم افزایش یابد (FAO, 2017). میزان مصرف آبزیان در دهه‌های اخیر به دلیل رویکرد عمومی جوامع مختلف به مصرف غذاهای دریایی و نقش آن در پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌ها در حال افزایش است (Haliloglu, 2004).

در این تحقیق از سوریمی برای تهیه SCPC استفاده شد. سوریمی یکی از مهم‌ترین فرآورده‌های دریایی است که از طریق شستشوی چند باره گوشت چرخ شده ماهی و استفاده از مواد محافظت‌کننده در برابر سرما نظیر ساکارز یا سوربیتول تهیه می‌شود (Park and Lin, 2005) و به عنوان ماده اولیه در تولید طیفی از فرآورده‌های غذایی نظیر سوسیس، کالباس، برگر و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرد (Park and Morrissey, 2000). تحقیقات محدودی در زمینه غنی‌سازی نان و محصولات مشابه آن به وسیله کنسانتره پروتئین ماهی و تاثیرات آن در رژیم غذایی انسان مورد مطالعه واقع شده است (آزادیان و همکاران، ۱۳۹۱؛ کلانتر مهدوی و همکاران، ۱۳۹۵؛ dan Bastos *et al.*, 2014; Syahrul, 2015; Goes *et al.*, 2016). با توجه به کمبود مواد پروتئینی در رژیم غذایی افراد خصوصاً اطفال، سالمندان و زنان باردار استفاده از محصولات غنی شده با SCPC می‌تواند راهکار مناسبی برای رفع این نیاز به حساب آید. از این رو هدف از این

جدول ۱ - فرمولاسیون ۳ تیمار نان‌های تست غنی شده با پودر پروتئینه ماهی کپور نقره‌ای بر حسب درصد.

ردیف	ترکیبات	A	B	C	D
۱	آرد گندم	۵۴/۶۱	۵۳/۵۲	۵۲/۹۸	۵۲/۴۳
۲	بهبود دهنده شرکت کیان گرم نان	۵/۴۵	۵/۴۵	۵/۴۵	۵/۴۵
۳	مایه خمیر	۱/۰۹	۱/۰۹	۱/۰۹	۱/۰۹
۴	مارگارین	۲/۷۲	۲/۷۲	۲/۷۲	۲/۷۲
۵	روغن مایع	۲/۷۲	۲/۷۲	۲/۷۲	۲/۷۲
۶	پودر پروتئینه ماهی	۰	۱/۰۹	۱/۶۳	۲/۱۸
۷	پرپیونات	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷
۸	آب شهری	۳۲/۷۴	۳۲/۷۴	۳۲/۷۴	۳۲/۷۴
۹	نمک	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰

A (نمونه شاهد)، B (نمونه ۲ درصد)، C (نمونه ۳ درصد) و D (نمونه ۴ درصد)

نانومتر به کمک دستگاه HPLC (Perkin-Elmer Co, Series 200, USA) مورد سنجش قرار گرفتند. جهت تهیه منحنی استاندارد، برای تمامی اسیدهای آمینه مورد بررسی، از پنج غلظت مختلف استفاده شد. آنالیز پیک‌ها با استفاده از نرم‌افزار Breeze (Version 3.200, Waters, Milford, MA, USA) انجام گردید (Matloub *et al.*, 2004).

اندازه‌گیری پروتئین خام: سنجش پروتئین به روش کلدال با استفاده از دستگاه کلدال صورت پذیرفت با استفاده از رفرنس (AOAC, 2005) استفاده شد. میزان نیتروژن نمونه از طریق فرمول زیر محاسبه و در پایان جهت تبدیل میزان نیتروژن به پروتئین از ضریب ۶/۲۵ (ضریب پذیرفته شده برای تعیین پروتئین خام نمونه‌های غذایی براساس میزان نیتروژن موجود در هر نمونه) استفاده گردید:

$\times \text{نرمالیتة اسید} \times \text{حجم اسید (mL)} = \text{درصد نیتروژن}$
 $\times 100 \{ \text{وزن اولیه نمونه (g)} / 4/1 \}$ مصرفی

$6/25 \times \text{درصد نیتروژن} = \text{درصد پروتئین خام}$
تعیین پروفیل اسید چرب: چربی نان‌های تولیدی، با کلروفرم/متانول استخراج (Folch *et al.*, 1957) و آنگاه با BF₃ در حضور سود متانولی متیله شدند. اسیدهای چرب متیل استر به وسیله n-هگزان استخراج و برای بررسی و شناسایی اسیدهای چرب موجود در نمونه از دستگاه گاز کروماتوگراف (GC) و آشکار ساز نوع FID^۲ استفاده شد. از گاز هلیوم به

اعتماد (مدل ۵۰۱WI - ایران) به داخل دستگاه میکسر (Enkomak, Turkey) منتقل شد. پس از تهیه خمیر، چانه‌گیری (مرشد گوهر - ایران) و قالب‌بندی انجام و خمیر به مدت ۱۵ الی ۲۰ دقیقه استراحت داده شد. سپس قالب‌ها به داخل گرم‌خانه (مدل بهداد - ایران) با دمای ۳۷°C و به مدت ۱/۵-۲ ساعت انتقال داده شدند تا حجم‌گیری صورت گیرد. سپس از گرم‌خانه قالب‌های حاوی خمیر به آون (مرشد گوهر - ایران) با دمای ۲۰۰°C (۲۰ دقیقه مشعل روشن، ۲۰ دقیقه مشعل خاموش) منتقل شدند تا نان‌ها کاملاً پخته شوند. نان‌های پخته شده از آون خارج و به منظور خنک‌سازی در مقابل فن (PFC1212DE, China) قرار گرفتند. پس از بسته‌بندی (مسائلی - ایران) جهت آنالیز شاخص‌های مغذی به آزمایشگاه فرآوری انتقال داده شدند. میزان و نوع مواد پایه‌ی تشکیل دهنده‌ی نان‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

آنالیزهای شیمیایی

تعیین پروفیل اسید آمینه: روش Pico Tag با تغییرات جزئی برای تعیین پروفیل اسیدهای آمینه (AA) مورد استفاده قرار گرفت. برای تعیین پروفیل اسیدآمینه از روش هضم اسیدی و شناسایی آن با روش ایزوکراتیک استفاده گردید. نمونه‌ها با بافر استات سدیم و سولفات مس (در pH برابر ۵/۶) با ستون پانزده سانتی‌متری C18 (شرکت فنومونکس، آمریکا) و به روش ایزوکراتیک در طول موج ۲۳۵

$100 \times$ [وزن اولیه نمونه (g) / نمونه

ظرفیت نگهداری آب: ابتدا کاغذی روی ترازو وزن شد، سپس ۲ گرم از نمونه بین کاغذ قرار گرفت و به مدت ۵ دقیقه وزنه ۲ کیلوگرمی بر روی آن به منظور تراوش آب موجود در نمونه قرار داده شد، کاغذ مرطوب و نمونه اندازه‌گیری شدند. از طریق فرمول زیر ظرفیت نگهداری آب نمونه اندازه‌گیری شد (رادمهر، ۱۳۹۲).

وزن نمونه بعد - وزن نمونه اولیه = میزان تراوش آب
 $100 \times$ وزن نمونه اولیه / از فشار

$WHC = 1$ × ۱۰۰ رطوبت اولیه نمونه / میزان

آب تراوش شده-

تعیین میزان pH: ۵ گرم از نمونه میکس شده در ۴۵ سی سی آب مقطر به مدت چند دقیقه مخلوط و سپس از صافی عبور داده شد. بعد از طی ۵ الی ۱۰ دقیقه به وسیله قرار دادن سر الکتروود دستگاه pH متر (مدل HL2211) در مایع صاف شده pH اندازه گرفته شد (اصغرزاده کانی، ۱۳۸۷).

آنالیز آماری: داده‌ها توسط آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نرمال سنجی شد. بعد از تحقق دو شرط اصلی آزمون‌های پارامتریک تجزیه واریانس (همگن بودن واریانس و نرمال بودن داده‌ها) (Zar, 1999)، از آزمون تجزیه واریانس دو طرفه (Tow Way ANOVA) برای مقایسه واریانس بین تیمارها و از آزمون دانکن برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها (در سطح احتمال ۵ درصد) با کمک نرم‌افزار آماری تحت ویندوز SPSS و SAS استفاده و رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

نتایج

پروپیل اسید آمینه: جدول ۲ نشان می‌دهد که با افزایش سهم پروتئین ماهی در تیمارها، اسیدهای آمینه غیرضروری افزایش یافته بود. داده‌های مربوط به اسیدهای آمینه معنی‌دار بودند. اسیدهای آمینه

عنوان گاز حامل استفاده شد. نظر به آن که آشکارساز دستگاه به گونه‌ای به اسیدهای چرب حساس است که در ازای هر اسید چرب که از ستون خارج می‌شود، یک منحنی برابر با مقدار آن در کامپیوتر دستگاه ثبت می‌شود، با مقایسه زمان‌های خروج هر اسید چرب نمونه با زمان‌های خروج اسیدهای چرب استاندارد و همچنین مقایسه سطح زیر منحنی نمودارها رسم شده، تک تک اسیدهای چرب شناسایی و مقدار آن محاسبه شد.

اندازه‌گیری چربی خام: چربی خام از طریق روش سوکسله (AOAC, 2002) بر روی حلال اتر تعیین گردید. نمونه‌ها در محفظه قرار گرفت و عملیات استخراج چربی از طریق تبخیر و تبرید اتر و عبور آن از سطح نمونه‌ها در بازه زمانی ۲۴ ساعته انجام گردید. آب سرد در تمام مدت عملیات حرارت‌دهی بالن‌ها در دستگاه جریان یافت. جهت تبخیر باقیمانده حلال، نمونه‌ها به مدت ۶ ساعت در آون دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. میزان چربی نمونه‌ها بر حسب درصد از فرمول زیر محاسبه گردید:

وزن - وزن اولیه نمونه (g) { = درصد چربی خام
 $100 \times$ { وزن اولیه نمونه (g) / نمونه پس از سوکسله

اندازه‌گیری خاکستر: یک گرم از نمونه داخل هر بوته قرار گرفت و به داخل کوره الکتریکی (تهران گدازه‌ساز) منتقل گردید. نمونه‌ها پس از طی مدت زمان ۳ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد در کوره، از آن خارج و توزین شدند. درصد آن از فرمول زیر تعیین شد (AOAC, 2002):

وزن (g) - وزن اولیه نمونه (g) { = درصد خاکستر
 $100 \times$ { وزن اولیه نمونه (g) / نمونه بعد از کوره

اندازه‌گیری میزان رطوبت: وزن ۵ گرم از هر نمونه و در آون (DZF-6050، حجم ۵۰ لیتری) با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها از آون خارج و توزین گردیدند. مقدار رطوبت نمونه‌ها (بر حسب درصد) براساس فرمول زیر تعیین شد (AOAC, 2002):
 وزن نهایی (g) - وزن اولیه نمونه (g) = رطوبت (%)

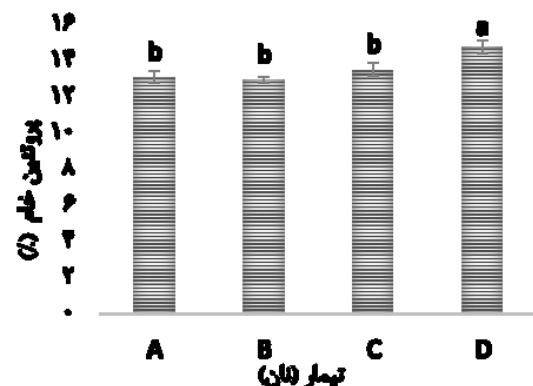
جدول ۲ - ترکیب اسیدهای آمینه موجود در تیمارهای نان تولید شده بر حسب گرم بر ۱۰۰ گرم.

D	C	B	A (شاهد)		
۴۹/۵	۳۹/۱۶	۲۷/۹۳	۲۲/۳۹	Asp	اسید آسپارتیک ^۳
۳۰۲/۲۸	۳۰۵/۷۲	۲۶۷/۲۸	۲۶۱/۹۸	Glu	اسید گلوتامیک ^۳
۳۵/۹۲	۴۴/۷	۳۹/۵۹	۳۷/۷۴	ser	سرین ^۳
۹۱/۱۷	۷۵/۹۴	۶۹/۵۶	۳۰/۶۱	Gly	گلیسین ^۳
۳۲/۸۵	۲۰/۹۹	۱۷/۷۴	۱۵/۲۳	His	هیستیدین ^۳
۵۰/۳۹	۴۴/۳۱	۳۸/۴۲	۳۵/۲۱	Arg	آرژنین ^۳
۳۲/۵۶	۲۳/۹۴	۲۲/۱۳	۱۹/۹۵	Thr	ترونین ^۲
۲۹/۶	۳۱/۵۱	۲۵/۰۲	۲۱/۶۱	Ala	آلانین ^۲
۷۱/۹۸	۸۱/۱۳	۸۱/۲۷	۸۳/۴۴	pro	پرولین ^۲
۲۵/۸۲	۲۷/۳	۲۰/۹	۲۳/۴۶	Tyr	تیروزین ^۲
۳۹/۲۴	۳۶/۳۳	۲۹/۱۲	۳۷/۶۸	Val	والین ^۲
۹/۵۵	۱۱/۷۴	۸/۳۵	۱۰/۳	Met	متیونین ^۲
۱/۴۲	۱/۷	۱/۲۱	۱/۵۲	Cys	سیستین ^۲
۵۳/۷۱	۳۲/۰۳	۵۰/۲۷	۴۳/۳۵	Ileu	ایزولوسین ^۲
۳۴/۴۶	۶۱/۹۸	۲۸/۹۶	۲۷/۸۹	Leu	لوسین ^۲
۳۰/۲۵	۴۱/۱۸	۳۵/۶۲	۳۷/۲۲	Phe	فنیل آلانین ^۲
۳۲/۶۸	۳۳/۳۸	۲۴/۶۷	۱۹/۱	Lys	لیزین ^۲
۲۵۹/۶۹	۲۶۹/۵۸	۲۲۱/۲۴	۲۲۰/۴۷	-	مجموعه اسیدهای آمینه ضروری
۶۶۳/۶۹	۶۴۳/۴۶	۵۶۶/۸۱	۵۰۸/۲۱	-	مجموعه اسیدهای آمینه غیر ضروری

A (نمونه شاهد)، B (نمونه ۲ درصد)، C (نمونه ۳ درصد) و D (نمونه ۴ درصد)، ^۱ میزان تریپتوفان در این تست اندازه گرفته نشد، ^۲ اسیدهای آمینه ضروری برای بدن، ^۳ اسیدهای آمینه غیر ضروری

پروتئین خام: نتایج نشان داد که بین تیمارهای A، B و C تفاوت معنی داری وجود نداشت. بیشترین میزان پروتئین مربوط به تیمار D (۱۴/۷۳ درصد) و کمترین میزان پروتئین در تیمار B (۱۲/۹۲ درصد) بود. می توان بیان داشت که با افزایش SCPC در نان های تولید شده میزان پروتئین خام در آنها افزایش می یابد (شکل ۱).

پروپیل اسید چرب: براساس جدول ۳ اسیدهای چرب در تیمارهای با سهم بیشتر جایگزینی آرد گندم با SCPC افزایش یافت. میزان اسیدهای چرب در تیمارهای B و C تفاوت چندانی نداشتند. میزان لینولئیک اسید در تیمار D افزایش یافته بود. آراشیدیک اسید در تیمارهای مختلف یکسان بود. میزان اسید پالماتیک (۳۰/۴۷) گرم بر ۱۰۰ گرم چربی، هپتا دسنوئیک اسید ۰/۰۳ گرم بر ۱۰۰ گرم چربی، اسید استئاریک ۱۰/۱۸ گرم بر ۱۰۰ گرم چربی و اکوزاهگزانوئیک اسید (امگا ۳) ۰/۰۲ گرم بر ۱۰۰ گرم چربی در تیمار D افزایش یافته بود.



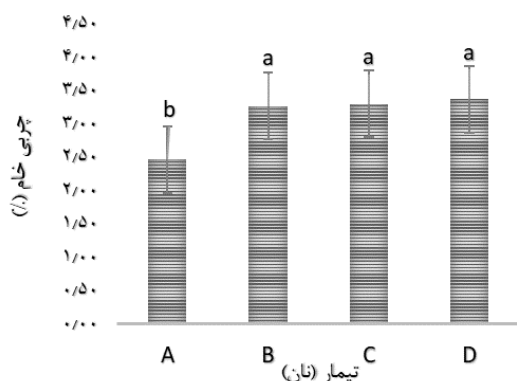
شکل ۱ - میانگین پروتئین در تیمارهای مختلف نان های تولید شده برحسب وزن خشک (حروف انگلیسی کوچک، بیان گر وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است) A (نمونه شاهد)، B (نمونه ۲ درصد)، C (نمونه ۳ درصد) و D (نمونه ۴ درصد) (حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد).

ضروری مانند متیونین، سیستین، لوسین، ایزولوسین و غیره میزان آنها در تیمارهای C و D افزایش یافته بودند و بیشترین میزان در تیمار C مشاهده شده است. مجموع اسیدهای آمینه ضروری بدن میزان آن در تیمار D نسبت به تیمار A افزایش یافته بود.

جدول ۳ - ترکیب اسیدهای چرب موجود در تیمارهای نان تولید شده (بر حسب گرم بر ۱۰۰ گرم چربی).

اسید چرب	A (شاهد)	B	C	D
لوریک اسید	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۷
مریستیک اسید	۰/۶۴	۰/۶۷	۰/۶۸	۰/۶۵
پنتا دکانویک اسید	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۵
پالماتیک اسید	۲۸/۰۸	۲۹/۲۷	۳۱/۳۳	۳۰/۴۷
پالمیتولیک اسید	۱/۱۵	۰/۸۱	۰/۴۴	۰/۴۵
هپتا دکانویک اسید	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹
هپتا دسنویک اسید	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۳
استئاریک اسید	۸/۷۰	۹/۲۸	۹/۹۷	۱۰/۱۸
اولئیک اسید	۳۲/۸۴	۳۴/۳۱	۳۳/۳۶	۳۳/۴۵
لینولئیک اسید	۲۵/۷۷	۲۲/۷۸	۲۱/۸۲	۲۴/۲۱
لینولئیک اسید	۱/۷	۱/۷۱	۱/۳۶	۱/۶۸
آراشیدیک اسید	۰/۳۵	۰/۳۶	۰/۳۲	۰/۳۵
ایکوسنویک اسید	۰/۲۶	۰/۲۱	۰/۲۰	۰/۲۳
آراشیدونیک اسید	۰/۱۱	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱۸
ایکوزاپنتانویک اسید	۰/۰۱	۰/۰۱	۰	۰/۰۲
دکوزاهگزانویک اسید	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۵
مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع دارای یک پیوند دوگانه	۳۴/۲۷	۳۵/۳۵	۳۴/۰۱	۳۴/۱۶
مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع دارای یک پیوند دوگانه	۲۷/۷	۲۴/۷۶	۲۳/۳۹	۲۶/۱۴
مجموع اسیدهای چرب اشباع	۳۸/۳۳	۳۹/۷۹	۴۲/۵۲	۴۱/۸۶
شاخص آنترونیکی	۱/۰۵	۱/۱۳	۱/۰۷	۱/۱۹
شاخص ترومبوژنیک	۰/۴۹	۰/۵۳	۰/۵۹	۰/۵۴
مجموع اسیدهای چرب امگا ۳ با چند پیوند دو گانه	۱/۸۲	۱/۷۸	۱/۴۲	۱/۷۵
مجموع اسیدهای چرب امگا ۶ با چند پیوند دو گانه	۲۵/۸۸	۲۲/۹۸	۲۱/۹۷	۲۴/۳۹
مجموع اسیدهای امگا ۳ به امگا ۶	۰/۰۷۰	۰/۰۷۷	۰/۰۶۴	۰/۰۷۱

A (نمونه شاهد)، B (نمونه ۲ درصد)، C (نمونه ۳ درصد) و D (نمونه ۴ درصد)



شکل ۲ - میانگین چربی در تیمارهای مختلف نان تولید شده بر حسب وزن خشک (حروف انگلیسی کوچک، بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است) A (نمونه شاهد)، B (نمونه ۲ درصد)، C (نمونه ۳ درصد) و D (نمونه ۴ درصد) (حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد).

پروتئین و زمان تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (شکل ۴).

تعیین ظرفیت نگهداری آب: براساس نتایج بین

چربی خام: نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین

تیمارهای B، C و D وجود ندارد. بالاترین درصد چربی مربوط به تیمار D ۳/۳۶ درصد و کمترین میزان آن در تیمار A با ۲/۴۶ درصد بود (شکل ۲).

خاکستر: نتایج نشان داد که بین تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. بیشترین درصد خاکستر برای تیمار A (۱/۵۳ درصد) و کمترین میزان آن در تیمار D (۱/۲۳ درصد) بود. نتایج همچنین نشان داد که با افزایش سهم SCPC در نان، میزان خاکستر کاهش پیدا می‌کند (شکل ۳).

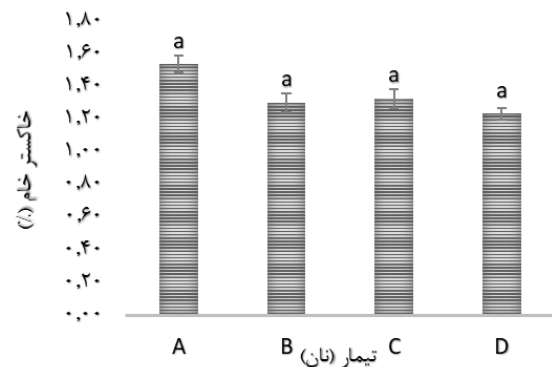
میزان رطوبت: نتایج نشان داد که بین تیمارهای B، C و D تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. بیشترین میزان رطوبت مربوط به تیمار C (۳۶/۳۴ درصد) و کمترین میزان مربوط به تیمار A (۳۴/۰۶ درصد) بود. براساس نتایج بین تیمارهای مختلف

تیمارهای B و D از لحاظ آماری تفاوت معنی داری وجود نداشت. بیشترین میزان pH مربوط به تیمار D (۵/۹۱) و کمترین میزان مربوط به تیمار A (۵/۸۲) بود. براساس نتایج آنالیز واریانس، بین تیمارهای مختلف پروتئین و زمان های مورد بررسی از لحاظ آماری تفاوت معنی داری وجود داشت ($P < 0.05$).

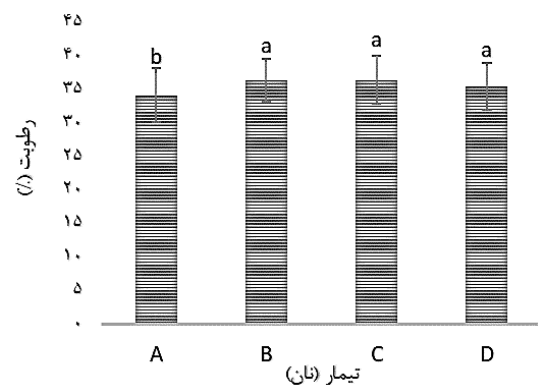
بحث

یکی از مشکلات اصلی تغذیه در اغلب کشورهای در حال توسعه، سو تغذیه انرژی - پروتئین است. بنابراین، مصرف غذاهایی غنی از پروتئین باعث بهبود کیفیت تغذیه ای غذاهای اصلی و ارتقای سطح سلامت مردم خواهد شد. در ایران علی رغم اثبات اثرات سودمند متعدد آبزیان، سرانه مصرف آن (حدود ۹ کیلوگرم) فاصله زیادی با میانگین مصرف جهانی (بیش از ۱۹/۵ کیلوگرم) دارد (سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۴). با توجه به این موضوع که امروزه میل مصرف کننده به استفاده از نان های صنعتی به دلیل سهولت دسترسی افزایش پیدا کرده است، از این رو نیاز به رفع کمبودهای تغذیه ای (کمبود میزان پروتئین، اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب غیر اشباع) موجود در نان ها برای کاهش سوء تغذیه و غنی سازی آن با منابعی با منشأ پروتئینی احساس می شود. برای مثال غنی سازی نان به وسیله SCPC می تواند میزان سرانه مصرف آبزیان را افزایش دهد و موجب رفع کمبودهای تغذیه ای موجود در نان از جمله افزایش میزان پروتئین، اسیدهای چرب غیر اشباع مورد نیاز بدن و افزایش مواد معدنی گردد. در صورتی که نان های امروزی از نظر اسیدهای آمینه ضروری و خصوصاً اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره فقیر می باشند.

با توجه به نتایج با افزایش SCPC در نان های تولید شده، میزان اسیدهای آمینه ضروری و غیر ضروری نیز افزایش یافت. نتایج حاصله با نتایج مطالعه Mohamed و همکاران (۲۰۱۴) بر روی غنی سازی بیسکویت با پودر پروتئینه ماهی مطابقت



شکل ۳ - میانگین خاکستر در تیمارهای مختلف نان های تولید شده (حروف انگلیسی کوچک، بیان گر وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است) A (نمونه شاهد)، B (نمونه ۲ درصد)، C (نمونه ۳ درصد) و D (نمونه ۴ درصد) (حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد).



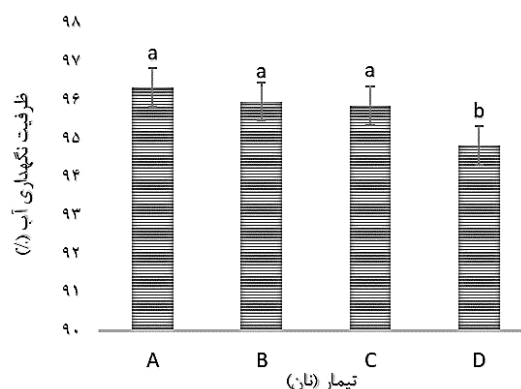
شکل ۴ - میانگین رطوبت در تیمارهای نان های تولید شده در طی ۸ روز نگهداری در دمای محیط (حروف انگلیسی کوچک، بیان گر وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است) A (نمونه شاهد)، B (نمونه ۲ درصد)، C (نمونه ۳ درصد) و D (نمونه ۴ درصد) (حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد).

تیمارهای A، B و C تفاوت معنی داری وجود نداشت. بیشترین میزان ظرفیت نگهداری آب مربوط به تیمار A (۹۶/۳۴ درصد) و کمترین میزان مربوط به تیمار D (۹۴/۸۳ درصد) بود. همچنین به مرور زمان بعد از ۸ روز ماندگاری ظرفیت نگهداری در تیمارها کاهش یافت. براساس نتایج بین تیمارهای مختلف پروتئین و زمان های مورد تفاوت معنی داری وجود داشت ($P < 0.05$) (شکل ۵).

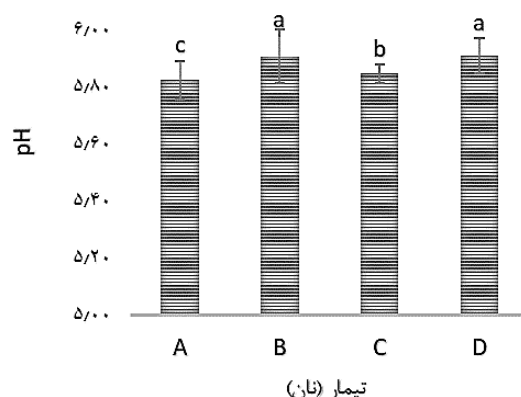
اندازه گیری میزان pH: میزان pH نان های تولیدی در مدت زمان ۸ روز نگهداری در دمای محیط در شکل ۶ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بین

افزودن این ماده مغذی به نان که دارای مقادیر کمی پروتئین است، ارزش تغذیه‌ای آن از نظر تامین اسید-های آمینه مورد نیاز بدن نیز افزایش می‌یابد (Movahed, 2014).

نتایج اندازه‌گیری پروتئین خام نشان داد که با افزایش سهم پروتئین در نان‌های تولید شده، میزان پروتئین خام نیز افزایش می‌یابد. به گونه‌ای که در تیمار کمترین A میزان (۱۲/۹۲) و در تیمار D (۱۴/۷۳) بیشترین میزان رسیده بود. این نتیجه با نتایج معینی و همکاران (۱۳۸۸) و Taha و همکاران (۱۹۸۲) مطابقت داشت. این مطالعات نشان داد که میزان پروتئین نان گندم حدود ۱۱/۸۳ درصد بود که این مقدار با افزودن پودر پروتئینه ماهی به نان افزایش یافته است. همچنین Adeleke و همکاران (۲۰۱۰) بعد از غنی‌سازی نان با پودر پروتئینه ماهی تیلاپیا نتیجه گرفتند که با افزایش مقدار این ماده، میزان پروتئین نیز افزایش می‌یابد. کلانتر مهدوی و همکاران (۱۳۹۵) نیز مطالعه‌ای بر روی غنی سازی پاستا به وسیله سوریمی ماهی انجام دادند و نشان دادند که هرچه میزان سوریمی افزایش می‌یابد، مقدار پروتئین پاستا نیز افزایش می‌یابد. در تحقیق دیگر که Goes و همکاران (۲۰۱۶) بر روی غنی سازی پاستا توسط کنسانتره پروتئین تیلاپیا انجام دادند به این نتیجه رسیدند که مقدار پروتئین خام در تیمار شاهد آن حدود ۹/۷۷ درصد و در تیمار ۳۰ درصد به میزان ۱۸/۲۸ درصد افزایش یافته است. با توجه به نتایج می‌توان بیان داشت که با افزایش سهم پودر پروتئینه ماهی کپور نقره‌ای در نان‌های تولید شده، میزان پروتئین در آن‌ها افزایش می‌یابد. بدیهی است که سوریمی حاوی مقادیر بالایی از پروتئین بوده و هرچه سهم سوریمی در نان‌های تولیدی افزایش یابد، مقدار پروتئین در تیمارها افزایش می‌یابد. همچنین این افزایش مقدار پروتئین به گونه ماهی، فصل صید، شرایط بیلوژیکی ماهی در زمان صید بستگی دارد که حاوی چه مقداری پروتئین در ساختار خود باشد.



شکل ۵ - تغییرات مربوط به شاخص WHC در تیمارهای نان تولید شده در مدت ۸ روز نگهداری در دمای محیط (حروف انگلیسی کوچک، بیان‌گر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است) A (نمونه شاهد)، B (نمونه ۲ درصد)، C (نمونه ۳ درصد) و D (نمونه ۴ درصد) (حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد).



شکل ۶ - تغییرات مربوط به شاخص pH در تیمارهای نان تولید شده در مدت ۸ روز نگهداری در دمای محیط (حروف انگلیسی کوچک، بیان‌گر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است) A (نمونه شاهد)، B (نمونه ۲ درصد)، C (نمونه ۳ درصد) و D (نمونه ۴ درصد) (حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد).

داشت. Ibrahim (۲۰۰۹)، مطالعه‌ای بر روی غنی‌سازی بیسکوویت‌های نمکی به وسیله پودر پروتئینه ماهی انجام دادند، که نتایج نشان داد، مجموع اسید-های آمینه ضروری در تیمار شاهد ۳/۵۹ و تیمار ۵ درصد به مقدار ۳/۶۶ درصد و مجموع اسیدهای آمینه غیرضروری نیز در تیمار شاهد حدود ۶/۴۸ و در تیمار ۵ درصد، ۸/۸۵ درصد بوده است. SCPC منبع غنی از اسیدهای آمینه ضروری (متیونین و لیزین) و همچنین اسیدهای آمینه غیرضروری می‌باشد که با

اسیدهای چرب ضروری بدن عبارتند از آراشیدونیک، لینولنیک، لینولئیک و آلفالینولنیک هستند. در این تحقیق داده‌های اسیدهای چرب ضروری و غیرضروری معنی‌دار بودند. میزان اسید آراشیدونیک با افزایش میزان SCPC در نان‌های تولیدی در تیمارها افزایش یافته بود و میزان این اسید چرب در تیمار A حدود ۰/۱۱ و در تیمار D به ۰/۱۸ بر حسب گرم بر ۱۰۰ گرم چربی افزایش یافته بود. میزان لینولنیک اسید در تیمار A ۱/۷ و در تیمار D به میزان ۱/۶۸ بر حسب گرم بر ۱۰۰ گرم چربی رسیده بود. مقدار اسید چرب لینولئیک اسید در تیمار A حدود ۲۵/۷۷ و در تیمار D به میزان ۲۴/۲۱ بر حسب گرم بر ۱۰۰ گرم چربی رسیده بود. اسید پالماتیک و استئاریک اسید جزو اسیدهای چرب اشباع (SFA) هستند که در این تحقیق میزان این دو اسید چرب افزایش یافته بود. در تیمار A میزان پالماتیک اسید حدود ۲۸/۰۸ و در تیمار D به میزان ۳۰/۴۷ بر حسب گرم بر ۱۰۰ گرم چربی رسیده بود. استئاریک اسید در تیمار A حدود ۸/۷۰ و در تیمار D به میزان ۱۰/۱۸ بر حسب گرم بر ۱۰۰ گرم چربی افزایش یافته بود. مجموع اسیدهای چرب اشباع (ایکوزاپنتانوئیک اسید، دکوزاهگزانوئیک اسید و لینولنیک اسید) در تیمار D نسبت به تیمار A افزایش یافته بود. مجموع اسیدهای چرب غیراشباع دارای یک پیوند دوگانه (MUFA) در تیمار شاهد ۳۴/۲۷ و مقدار آن در تیمار D به میزان ۳۴/۱۶ بر حسب گرم بر ۱۰۰ گرم چربی افزایش یافته بود. شاخص آنتروژنیک (AI) و شاخص ترومبوژنیک (TI) در واقع بیان‌کننده کیفیت چربی از دیدگاه ارزش غذایی آن‌ها برای سلامتی انسان است، زیرا این دو پارامتر میزان امکان رسوب چربی در رگ‌ها را نشان می‌دهد که به وجود اسیدهای چرب اشباع شده مربوط می‌شود (اوجی‌فرد، ۱۳۹۴). هر چه میزان شاخص AI و TI کمتر باشد، نشان‌دهنده کیفیت بهتر اسیدهای چرب می‌باشد محدوده تعیین شده برای شاخص AI ۰/۳۳ تا ۲/۳۷ و برای شاخص TI

۰/۰۱ تا ۱/۱۸ می‌باشد. در این تحقیق شاخص AI در تیمار شاهد حدود ۰/۴۹ و در تیمار D به میزان ۰/۵۴ افزایش یافته بود. همچنین در شاخص TI میزان آن در تیمار شاهد ۱/۰۵ درصد و در تیمار D به میزان ۱/۱۹ درصد رسیده بود. مقدار این دو شاخص با افزایش میزان SCPC در تیمارها خصوصاً در تیمار D افزایش یافته بود. در نتیجه هر چقدر میزان پودر پروتئینه ماهی کمتر باشد اسیدهای چرب از کیفیت بهتری برخوردار هستند. نسبت $n3/n6$ شاخصی مناسب برای مقایسه ارزش تغذیه‌ای چربی ماهی است. افزایش این نسبت در رژیم غذایی انسان با کاهش لیپیدهای پلاسما به پیشگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی کمک نموده و خطر ابتلا به سرطان را نیز کاهش می‌دهد (جرجانی، ۱۳۹۲). در این تحقیق مقدار این شاخص در تیمارهای A، B، C و D به ترتیب ۰/۰۷۰، ۰/۰۷۷، ۰/۰۶۴ و ۰/۰۷۱ بر حسب گرم بر ۱۰۰ گرم چربی بود. این شاخص می‌تواند نشان‌دهنده افزایش ارزش تغذیه‌ای روغن ماهی در تیمار ۴ درصد باشد. این نتایج با نتایج مطالعه Goes و همکاران (۲۰۱۶) که بر روی غنی‌سازی پاستا با پودر پروتئینه ماهی انجام دادند، مطابقت داشت. در آن تحقیق میزان لینولئیک اسید ۱۱/۸۲ درصد، اولئیک اسید ۳۵/۱۵ و پالماتیک اسید ۲۷/۴ درصد بود و در مقدار کمتر، اکوزاپنتانوئیک اسید ۰/۰۸ درصد، دکوزاهگزانوئیک اسید ۰/۵۹ درصد، آلفا-لینولنیک اسید ۰/۸۸ درصد بود. مقدار PUFA ۴/۲۸ درصد، اسیدهای چرب امگا ۳ حدود ۴/۲۸ درصد و میزان امگا ۶ در حدود ۱۲/۲۶ درصد بود. میزان چربی خام نیز با افزایش پودر پروتئینه ماهی در نان‌های تولید شده افزایش یافته بود. مطالعه معینی و همکاران (۱۳۸۸) بر روی غنی‌سازی نان، نشان داد در تیمارهای گوناگون با افزایش مقدار پودر پروتئینه ماهی، چربی به مقدار ناچیزی افزایش یافته و از میزان ۱/۱۳ درصد در نمونه شاهد به ۱/۱۵ درصد در تیمار ۷ درصد تغییر کرده بود. در مطالعه Goes و همکاران (۲۰۱۵)، به نتیجه‌ای مشابه با

تحقیق حاضر رسیدند و مقدار چربی خام با افزایش پودر پروتئینه ماهی تیلاپیا در پاستاهای تولیدی افزایش یافته بود. میزان چربی در پاستای غنی شده نسبت به تیمار شاهد افزایش پیدا کرده بود. میزان چربی از ۱/۱۱ درصد در نمونه شاهد به میزان ۱/۴۳ درصد در نمونه ۳۰ درصد افزایش یافته بود. در مطالعه Adelek و همکاران (۲۰۱۰)، با افزایش سهم پودر پروتئینه ماهی تیلاپیا در نان، میزان چربی آن‌ها تغییر کرده بود و از میزان ۲/۱۵ درصد در نمونه شاهد به ۲/۸۸ درصد در تیمار ۲۰ درصد رسیده بود. Mohamed و همکاران (۲۰۱۶)، به نتایجی مشابه دست یافتند و با افزایش سهم پودر پروتئینه ماهی میزان چربی نیز افزایش یافت. میزان ترکیبات ماهیان از جمله پروتئین، چربی و رطوبت آن بستگی به عوامل مختلفی از قبیل گونه، سن، نوع تغذیه و شرایط محیطی دارد (Huss, 1995). دلیل افزایش میزان چربی خام در این تحقیق می‌تواند به این دلیل استفاده از روش سوریمی در تهیه SCPC باشد، زیرا در سوریمی با شستشوی گوشت ماهی امکان حذف چربی به صورت کامل نمی‌باشد و همچنین حذف چربی‌های فسفولیپیدی موجود در بافت گوشت ماهی غیرممکن می‌باشد. در نتیجه دلیل افزایش چربی در تیمارها می‌تواند به دلیل چربی‌های باقی مانده در SCPC باشد. تحقیقات دیگر از روش‌های دیگر برای تهیه SCPC استفاده شده بود (روش تغییر pH و استفاده از حلال) چربی بیشتری حذف می‌شود. یکی دیگر از دلایل نیز می‌تواند به فصل صید ماهی کپور نقره‌ای مربوط باشد، زیرا در فصل زمستان مقدار چربی ماهی بیشتر از سایر فصول می‌باشد که منجر به افزایش مقدار چربی کل محصول می‌شود. مقدار افزایش چربی در نان‌های تولیدی به دلیل بالا بودن چربی در SCPC تولید شده بوده است.

میزان خاکستر نیز با افزایش پودر پروتئینه در نان‌های تولید شده کاهش یافته بود و این میزان در تیمار A (۱/۵۳) به میزان (۱/۲۳) در تیمار D کاهش یافته بود. این نتایج با نتایج مطالعه معینی و همکاران

(۱۳۸۸) بر روی غنی‌سازی نان بروتشن تفاوت دارد. معینی اذعان داشت با افزایش درصد پودر پروتئینه ماهی، مقدار خاکستر نیز افزایش می‌یابد. میزان خاکستر در تیمارهای ۵ و ۷ درصد نسبت به تیمار شاهد دارای مقدار کمتری بود. در مطالعه Adelek و همکاران (۲۰۱۰)، میزان خاکستر با افزایش سهم پروتئین در نان افزایش یافته بود. نتایج تحقیق Mohamed و همکاران (۲۰۱۴) نیز با تحقیقات دیگر مطابقت داشت. با افزایش سهم پودر پروتئینه ماهی، مقدار خاکستر در نمونه‌های بیسکویت تولید شده و از میزان ۱/۸۰ درصد تیمار شاهد به ۱/۸۸ درصد در تیمار ۳ درصد افزایش یافته بود. Goes و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه خود بر روی غنی‌سازی پاستا به وسیله پودر پروتئینه ماهی تیلاپیا به این نتیجه رسیدند، میزان خاکستر تیمار شاهد از ۱/۲۰ درصد به ۶/۶۲ درصد در تیمار ۳۰ درصد افزایش یافته بود. این مطالعات افزایش خاکستر را به دلیل افزایش یافتن مقدار مواد معدنی در محصولات غنی شده با SCPC دانسته‌اند. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بیشترین میزان خاکستر در تیمار A و کمترین مقدار مربوط به تیمار D بوده است. دلیل کاهش مقدار خاکستر می‌تواند به دلیل افزایش سهم پروتئین در نان‌ها باشد. پس با افزایش سهم پروتئین در نان از میزان خاکستر کاسته می‌شود. هرچه میزان پروتئین در نان افزایش یابد از سهم املاح موجود در نان کاسته می‌شود. همچنین در سوریمی املاح نیز همراه با سایر مواد بر اثر شستشوی گوشت ماهی توسط آب حذف می‌شوند. در نتیجه با افزایش سهم SCPC در نان میزان خاکستر کاهش می‌یابد.

میزان رطوبت با افزایش سهم پودر پروتئینه ماهی افزایش یافته بود. نتایج مربوط به میزان رطوبت نان-های تولید شده با نتایج مطالعه معینی و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت داشت. با افزایش میزان پودر پروتئینه ماهی به نان، میزان رطوبت در نان‌ها افزایش یافته بود. در این تحقیق میزان رطوبت نان شاهد

۲۹/۶۹ درصد و در تیمارهای ۵ و ۷ درصد به ترتیب ۳۴/۲۷ و ۳۶/۱۵ درصد افزایش یافته بود.

Ibrahim (۲۰۰۹) مطالعه‌ای در رابطه با بررسی کیفیت بیسکویت‌های نمکی به وسیله پودر پروتئینه ماهی تیلاپیا انجام داد. نتایج نشان داد که میزان رطوبت در تیمارهایی با سهم بیشتر پروتئین نسبت به نمونه شاهد افزایش یافته بود. در مطالعه‌ای که کلانتر مهدوی و همکاران (۲۰۱۶)، بر روی غنی‌سازی ماکارونی با سوریمی انجام دادند، به نتایج مشابه تحقیقات دیگر رسیدند. با افزایش مقدار سوریمی در تیمارها، میزان رطوبت نیز افزایش پیدا کرده بود. آن‌ها این امر را به دلیل بالا بودن رطوبت سوریمی می‌دانستند. Mohamed و همکاران (۲۰۱۴) به نتایج مشابه رسیدند و در بیسکویت‌های تولید شده با افزایش مقدار پودر پروتئینه ماهی، میزان رطوبت آن‌ها افزایش یافته بود. در آن تحقیق دلیل افزایش مقدار رطوبت در نان‌های تولید شده می‌تواند به دلیل افزایش سهم پروتئین باشد. زیرا پودر پروتئینه ماهی تمایل به جذب آب بیشتری دارد که خود منجر به افزایش رطوبت موجود در نان‌های تولید شده با سهم بیشتر از پودر پروتئینه ماهی می‌باشد. افزایش جذب آب سبب می‌شود تا شبکه گلوتنی که به دلیل وجود پروتئین در ساختار نان دچار بی‌نظمی شده بود، نسبتاً منظم‌تر تشکیل شود و شکل ظاهری نان‌های تولید شده کمتر دچار تغییر شوند. زیرا پودر پروتئینه ماهی منجر به انسجام و متراکم شدن بیشتر خمیرها می‌شود در نتیجه نان‌ها به مقدار آب بیشتری نیاز دارند تا به حجمی مشابه نان‌های شاهد برسند (Goes et al., 2016).

در رابطه با میزان ظرفیت نگهداری آب، نتایج نشان داد با افزایش مقدار پروتئین میزان ظرفیت نگهداری آب کاهش یافته بود، در صورتی که نتایج داده‌های رطوبت نشان داد که افزایش میزان پروتئین منجر به افزایش رطوبت نان شده بود. کاهش میزان ظرفیت نگهداری آب در تیمار D می‌تواند به دلیل تشکیل شبکه گلوتنی ضعیف‌تر بوده باشد و زمانی که

نان‌های حاوی SCPC تحت فشار قرار گرفته بودند، مقدار آب بیشتری نسبت به نمونه شاهد از دست دادند. معینی (۱۳۸۸) بیان کرد که با افزایش سهم پروتئین مقدار جذب آب افزایش می‌یابد که این خود منجر به ایجاد خمیرهای سست‌تر و در نتیجه نان‌هایی با حجمی کمتر از نان‌های شاهد می‌شود. با توجه به این فرآیند، کاهش ظرفیت نگهداری آب در تیمار D می‌تواند به دلیل سستی بافت نان نیز باشد که در اثر ایجاد فشار مقدار آب بیشتری از دست داده بود.

در این پژوهش با افزایش سهم پروتئین در نان، مقدار pH افزایش و داده‌ها از نظر آماری معنی‌دار بودند. در تیمار D میزان pH به حدود ۵/۹۱ و تیمار A به مقدار ۵/۸۲ بود. دلیل می‌تواند بالا بودن pH ماده اولیه (SCPC) باشد که با افزایش سهم آن، مقدار pH نان‌های تولیدی نیز افزایش یافته بود. این نتیجه با مطالعه Ibrahim (۲۰۰۹) مطابقت داشت. با افزایش درصد پروتئین، میزان pH نیز افزایش پیدا کرده بود. کلانتری و همکاران (۱۳۹۵)، مطالعه‌ای بر روی غنی‌سازی ماکارونی به وسیله سوریمی انجام دادند. نتایج تحقیق فوق نشان داد که میزان pH در تیمار ۷ درصد حدود ۵/۵ بود که این مقدار دقیقاً برابر با تیمار ۲۵ درصد بود و تغییری نداشت. همچنین اذعان داشتند که pH در ماکارونی‌های تولید شده خنثی بوده و دلیل این امر خنثی بودن آب و آرد استفاده شده در تهیه ماکارونی است. در این تحقیق چون pH پودر پروتئینه ماهی نسبتاً بالا بود با اضافه کردن این ماده به نان موجب افزایش نسبی pH شده بود. در رابطه با شاخص‌های حسی، رنگ-سجی و بافت هیچ یک از نان‌های غنی شده تحت تاثیر قرار نگرفتند و نتایج این شاخص‌ها در مقاله‌ای دیگر به طور مفصل بررسی خواهد شد.

نتیجه‌گیری

امروزه میل به استفاده از نان‌های صنعتی به دلیل سهولت دسترسی افزایش یافته است. همچنین نیاز به

میزان جذب روغن و ارزش غذایی فیله‌ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*). نشریه شیلات ۷۳(۲): ۲۴۰-۲۲۹.

اصغرزاده کانی ا.، شعبان‌پور ب.، حسینی ه.، عباسی م.، غفاری ف. ۱۳۸۷. مقایسه برخی خواص شیمیایی سوریمی و گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) به عنوان ماده اولیه فرآورده‌های شیلاتی. پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان ۲۱(۲): ۱۹۷-۱۹۱.

اوجی فرد ا.، حسینی س.، زمانی ع. ۱۳۹۴. اثر انجماد در تغییرات ترکیب اسیدهای آمینه و برخی شاخص‌های کیفی میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) پرورشی طی نگهداری در سردخانه. نشریه شیلات ۶۸(۱): ۱۳-۲۵.

برنجی اردستانی س.، عزیزی م.ح.، سحری م.ع. ۱۳۸۶. اثر غنی‌سازی با آهن، اسیدفولیک، روی و کلسیم بر ویژگی‌های رئولوژیکی و شیمیایی آرد ستاره. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران ۴(۴): ۴۳-۳۳.

توان ز.، حجتی م.، ناصحی ب.، جوینده ح. ۱۳۹۶. تاثیر کنجاله و پلی‌ساکارید در آب سویا بر ویژگی‌های نان بربری. مجله مهندسی بیوسیستم ایران ۴۸(۲): ۳۳۳-۳۴۲.

جرجانی س.، قلیچی، ا.، جرجانی ح. ۱۳۹۲. مقایسه ترکیب شیمیایی و پروفایل اسیدهای چرب عضله کپور ماهیان پرورشی. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی ۱(۳): ۸۵-۹۸.

رادمهر ا.، معتمد زادگان ع. ۱۳۹۲. اثر آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی و نمک روی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی ناگت مرغ. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی ۷۳(۲): ۲۳.

سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۴. سازمان شیلات ایران. ۳۳ ص.

شعبان‌پور ب.، اصغرزاده کانی ا.، حسینی ه.، عباسی م. ۱۳۸۷. تغییرات کیفیت چربی سوریمی ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) در زمان نگهداری به صورت منجمد. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۵(۱): ۱.

طاهری ع.، ابراهیم‌زاده اله‌آباد اسحاق.، زاهدی م.م. ۱۳۹۷. تجزیه تقریبی و محتوای اسیدآمینه در فیله گوشت

رفع کمبودهای تغذیه‌ای آن برای کاهش سوءتغذیه و غنی‌سازی آن از طریق منبعی با منشاء پروتئینی احساس می‌شود. در صورتی که نان‌های امروزی از نظر اسیدهای آمینه ضروری و اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره فقیر می‌باشند. SCPC حاوی مقادیر بالایی از مواد مغذی مورد نیاز بدن می‌باشد و اضافه کردن آن به مواد غذایی پرمصرف مانند نان و سایر محصولات مشابه، منجر به افزایش ارزش غذایی و رفع کمبودهای تغذیه‌ای نظیر اسیدهای آمینه، پروتئین و اسیدهای چرب غیر اشباع مورد نیاز بدن می‌گردد. در این تحقیق میزان شاخص‌های تغذیه‌ای مهم نظیر اسیدهای آمینه ضروری بدن و همچنین اسیدهای چرب غیر اشباع با افزایش سهم پودر پروتئینه ماهی افزایش یافت. در نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان داشت، افزایش مقدار پودر پروتئینه در نان تست ارزش تغذیه‌ای آن نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت و تیمار D مناسب‌ترین تیمار از نظر بالا بردن ارزش غذایی نان‌های تولید شده می‌باشد. با توجه به کمبود مواد پروتئینی و همچنین اسیدهای چرب غیر اشباع ضروری بدن در رژیم غذایی افراد خصوصاً اطفال و سالمندان استفاده از این محصولات غنی شده می‌تواند راهکار مناسبی برای رفع این نیاز به حساب آید. پیشنهاد می‌گردد که در آینده مطالعات مشابهی در مورد غنی‌سازی محصولات نظیر ماکارونی، انواع نودل، نان‌های سبوس‌دار، بیسکوئیت و غیره انجام گردد.

منابع

آزادیان م.، موسوی نسب م.، یوسفی ع. ر. ۱۳۹۱. تولید سوریمی و پروتئین کنسانتره از ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) و بررسی تغییرات مؤلفه‌های رنگی و شیمیایی نمونه‌های ژل و پودر تولیدی از آنها. مجله علمی شیلات ایران ۱۰(۴۱): ۶۷-۵۹.

اشرفی س.م.، زکی‌پور رحیم آبادی، ا. ۱۳۹۹. تاثیر برطرف کردن رطوبت و روغن، قبل و بعد از سرخ کردن بر

- Folch J., Lees M., Sloan-Stanley G.H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 226(1), 497-509.
- Goes E.S.R., Souza M.L.R., Michka J.M.G., Kimura K.S., Lara J.A.F., 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.
- Gogus U., Smith C. 2010. n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge. *International Journal of Food Science and Technology* 45(3), 417-436.
- Haliloglu H.I. 2004. Comparison of fatty acid composition in some tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. *Food Chemistry* 86(1), 55-59.
- Harlioglu A.G. 2012. Fatty acid composition, fat soluble vitamins and cholesterol content of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Pakistan Journal of Zoology* 44(4), 1013-1019.
- Huss H.H. 1995. Quality and Changes in Fresh Fish. FAO, Fisheries Technical Papers. 348 p.
- Khoshkhoo Z.H., Motalebi A.A., Razavilar V., Khanipour A.A. 2011. Protein and lipid changes of FPP produced from Caspian Sea Kilka in VP and MAP during storage at different temperatures. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 11(20), 338-346.
- Matloubi H., Aflaki F., Hadjiezadegan M. 2004. Effect of g-irradiation on amino acids content of baby food proteins. *Journal of Food Composition* 17(2), 133-139.
- Mohamed G.F., Sulieman A.M., Soliman N.G., Bassiuny S.S. 2014. Fortification of biscuits with Fish protein concentrate. *World Journal of Dairy and Food Sciences* 9(20), 242-249.
- Mohammed A.A., Babiker E.M., Khalid A.G., Mohammed N.A., Khadir E.K., Eldirani. 2016. Nutritional evaluation and sensory characteristics of biscuits flour supplemented with difference levels of whey protein concentrates. *Journal of Food Processing and Technology* 7(1), 545.
- Movahed S., Zharfi S., Ahmadi Chenarbon H. 2014. Evaluation rheological and organoleptic characteristics of toast breads containing banana powder. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*
- ماهی کوتر ساده و ماهی کوتر دم‌زرد دریای عمان در پاییز و بهار. علمی پژوهشی علوم و فنون شیلات ۷(۱): ۳۲-۲۵.
- کلاتر مهدوی م.، فضل آرا، ع.، یاسینی اردکانی س.ع. ۱۳۹۵. بررسی ویژگی‌های شیمیایی، حسی و پخت ماکارونی غنی شده با سوریمی. مجله علوم و صنایع غذایی ۱۳(۵۹): ۱۶۱-۱۶۹.
- معینی س.، رحیم زاده ا.، خانی‌پور ع. ا. ۱۳۸۸. غنی‌سازی نان بروتشن با پودر پروتئینه ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*). پژوهش‌های مجله علوم و فنون دریایی ۲(۴): ۹-۱.
- ناصری ب.، عزیزی، م.ج.، هادیان ز. ۱۳۸۸. روش‌های مختلف اندازه‌گیری بیاتی نان. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ۶(۱): ۵۳-۶۳.
- Adeleke R.O., Odedeji J.O. 2010. Acceptability studies on bread fortified with Tilapia fish flour. *Pakistan Journal of Nutrition* 96, 531-534.
- AOAC. 2002. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 15th ed. Washington, dc, USA.
- AOAC. 2005. Official methods of analysis. 18th Ed. Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Bastos S.C., Tavares T., Pimenta M.E.D.S.G., Leal R., Fabrício L.F., Pimenta C.J., Pinheiro A.C.M. 2014. Fish filleting residues for enrichment of wheat bread: chemical and sensory characteristics. *Journal of Food Science and Technology* 51(9), 2240-2245.
- Cleland L.G., James M.J., Proudman S.M. 2003. The role of fish oils in the treatment of rheumatoid arthritis. *Drugs* 63(9), 845-853.
- Devi L.N., Aparna K., Kalpana K. 2013. Utilization of fish mince in formulation and development of pasta products. *International Food Research Journal* 20(1), 219.
- dan Syahrul D. 2015. Quality assessment of fish protein concentrate from catfish (*Pangasius hypophthalmus*) During Storage at Room temperature. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology* 9(9), 20-23.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2017. The state of world Fisheries and Aquaculture. 2 p.

- 9(4), 359-365.
- Park J.W., Lin T.M.J. 2005. Surimi: manufacturing and evaluation. In: W. Park, J. (Ed). Surimi and Surimi Seafood. pp: 33-98.
- Park J.W., Morrissey M.T. 2000. Manufacturing of surimi from light muscle fish. *Food Science and Technology-New York-Marcel Dekker* 4, 23-58.
- Shimizu Y., Toyohara H., Lanier T.C. 1992. Surimi production from fatty and dark-flesh fish species., In: T.C. Lanier, C.M. Lee (Eds.). Surimi Technology, Marcel Dekker, Inc., NewYork. pp: 181-207.
- Taha F.S., Attia M., Shehata N.A. 1982. Protein enrichment of bread: I. Chemical and sensoric evaluation. *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft* 21(1), 77-82.
- Tahergorabi R., Sivanandan L., Jaczynski J. 2012. Dynamic rheology and endothermic transitions of proteins recovered from chicken-meat processing by-products using isoelectric solubilization/precipitation and addition of TiO₂. *LWT – Food Science and Technology* 46(1), 148-155.
- Wang C., Harris W.S., Chung M., Lichtenstein A.H., Balk E.M., Kupelnick B., Jordan H.S., Lau J. 2006. N-3 Fatty acids from fish or fish-oil supplements, but not α -linolenic acid, benefit cardiovascular disease outcomes in primary-and secondary-prevention studies: a systematic review. *The American Journal of Clinical Nutrition* 84(1), 5-17.
- Zar J.H. 1999. Biostatistical analysis, Perentice-Hall, inc., New Jersey, USA.

Evaluation of chemical and physicochemical properties of toast enriched with silver carp protein concentrate (*Hypophthalmichthys molitrix*)

Sahar Ghaffari¹, Seyed Vali Hosseini^{*1}, Mehrdad Farhangi¹, Mojtaba Boreiri²

¹Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Tehran University, Karaj, Iran.

²Kian Gharm Nan Co., Zanzan, Iran.

*Corresponding author: soofiani@ut.ac.ir

Received: 2019/12/22

Accepted: 2020/3/15

Abstract

Bread is the main food of people in many countries of the world. Due to the fact that wheat protein is poor in amino acids, especially lysine, as well as unsaturated fatty acids (omega-3 and omega-6). Amino acids and fatty acids are essential for biological activities and their deficiency causes many physiological disorders in humans. Fish protein concentrate is a rich source of protein, especially amino acids and fatty acids required for body, which is suitable to meet these needs. In this study, the effect of using different levels of Silver Carp Protein Concentrate (SCPC), (control treatment), 2, 3 and 4% (treatments A, B, C and D, respectively) on chemical indices and physicochemical nature of the produced breads were investigated using a completely randomized design. Based on the results, in all treatments, the amount of protein, fat, moisture, WHC, pH increased and there was a significant difference ($P<0.05$). The results showed that essential amino acids especially lysine and methionine as well as fatty acids (especially EPA and DHA) in treatment D increased compared to the control and there was a significant difference ($P<0.05$). With increasing the share of SCPC, the amount of nutrient indicators tested increased significantly and the data were significant. Treatment D with high levels of these nutrients is recommended for enriching bread and other products such as pasta, biscuits, etc.

Keywords: Silver carp, Nutritional value, Fish protein powder, Toast.