مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۹ شماره ۲/ سال ۱۳۹۸/ صفحات ۱۲۱ تا ۱۳۶

اثرات افزودن زائدات گوشت فیل‌ماهی پرورشی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی، حسی و ماندگاری سوپ آماده مصرف

مژگان حاج حسینی [۱]، سید پژمان حسینی شکرابی*[۲] و سید ابراهیم حسینی [۳]

تاریخ دریافت: ۹۷/٤/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۷/٦/۳

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران
[۲] استادیار گروه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران
[۳] دانشیار گروه علوم و صنایع غذاییدانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران
* مسئول مکاتبه: Email: hosseini@srbiau.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: زائدات ماهیان به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا می‌توانند به عنوان یک ماده غذایی با ارزش افزوده در تهیه سوپ استفاده شوند. **هدف:** این پژوهش از منابع دور ریز فیل‌ماهی پرورشی در تهیه سوپ استفاده و ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و حسی آن طی ۱۲۰ روز نگهداری در دمای محیط ارزیابی شد. **روش کار:** ابتدا زائدات تازه پس از آماده سازی در خشک‌کن تا رسیدن به رطوبت کمتر از ۱۰ درصد خشک شدند. سپس سوپ آماده مصرف در چهار فرمول مختلف حاوی ۲۰، ۳۵، ۵۰ و ٦۵ درصد گوشت فیل ماهی در مقایسه با سوپ سبزیجات فاقد گوشت فیل ماهی (شاهد)، برای ارزیابی حسی و انتخاب فرمول برتر تهیه شد. **نتایج:** ارزیابی حسی نشان داد سوپ حاوی ۵۰ درصد گوشت فیل ماهی به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) واجد قابلیت پذیرش کلی (٤/۷۰) بالاتری نسبت به سایر فرمول‌ها بوده و به عنوان فرمول برتر انتخاب شد. پس از چهار ماه نگهداری سوپ ماهی برتر، مقدار اسیدهای چرب آزاد (۸/۸۷ درصد)، مقدار پراکسید (۷/۳۰ میلی اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم)، عدد تیوباربیتوریک (۰/۱ میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم) و مجموع ترکیبات ازته فرار (۲/۷۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت) در حد مجاز بود. مقدار فعالیت آبی در هر دو نوع سوپ در تمام زمان‌های نگهداری، کمتر از ۰/۵ بود. مقدار ΔE سوپ ماهی از ۱/۲۱ در زمان شروع به ۲/۸۳ در پایان چهار ماه نگهداری رسید. سوپ ماهی منبع خوبی از اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیر بوده و میزان آنها بخصوص انوع ایکوزاپنتاانوئیک اسید و دیکوزا هگزاانوئیک اسید آن با گذشت زمان به ترتیب به ۲/۰۱ و ٤/٤۱ درصد کاهش یافت. **نتیجه‌گیری نهایی:** استفاده از ۵۰ درصد گوشت خشک ماهی در فرمول سوپ آماده مصرف می‌تواند محصولی غنی‌شده با ارزش تغذیه‌ای بالا و زمان ماندگاری مناسب تا چهار ماه تولید کرد.

واژگان کلیدی: زمان ماندگاری، سوپ، فیل‌ماهی، ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی

مقدمه

اکثر ضایعات حاصل از فرآوری و محصولات جانبی حاصل از مواد غذایی شیلاتی و بسته‌بندی آن‌ها بدون تلاش زیادی برای استفاده مجدد و بهینه از آن دور ریخته می‌شود. از طرفی بسیاری از تولیدکنندگان فرآورده‌های شیلاتی مجاز نیستند تا مستقیماً ضایعات را در محیط زیست رها سازند و در نتیجه هزینه اضافه‌ای برای این مواد با قابلیت فسادپذیری بالا قبل از دور ریختن آن‌ها متحمل می‌شوند (اویسی‌پور و همکاران ۲۰۰۹). بسته به نوع ماهی و نوع فرآورده به طور تقریبی ۵۰ تا ۷۰ درصد از ماهیان را ضایعات تشکیل داده و قابل مصرف انسانی نیستند (تقی اف و همکاران ۱۳۸۹؛ هرپاندی و همکاران ۲۰۱۱). معمولاً این ضایعات به عنوان یک منبع پروتئین برای خوراک دام و طیور و آبزیان به صورت آرد ماهی فرآوری می‌شود(نوانا و دارامولا۲۰۰۰؛ لاینینگ و همکاران ۲۰۰۱).

فیل‌ماهی با نام علمی *Huso huso* یکی از مهم‌ترین گونه‌های ماهیان خاویاری (خانواده تاس ماهیان) بوده که به لحاظ داشتن خاویار و گوشت ممتاز واجد ارزش اقتصادی بسیار بالایی در بین سایر ماهیان پرورشی می‌باشد (کهنه شهری و همکاران ۱۳۷۵). دریای خزر مهم‌ترین زیستگاه فیل‌ماهی بوده و بر اساس آخرین سالنامه آماری در ایران در سال ۱۳۹۳ میزان پرورش ماهیان خاویاری معادل ٦٥٠ تن برآورد شده است (قربانزاده و حسنی ١٣٩٤). یکی از ضایعات مهم فیل‌ماهی، گوشت ناحیه سر و باله‌های آن است که دارای ارزش تغذیه‌ای بالایی است اما بدون هیچ فرآوری دور ریخته می‌شود. از دور ریزهای باله فیل‌ماهی می‌توان برای تهیه پودر پروتئین ماهی استفاده نمود و از آن در فرمولاسیون محصولات آماده به پخت همچون سوپ استفاده کرد. علی‌رغم ماهیت فسادپذیری محصولات شیلاتی می‌توان سوپ آماده مصرف ماهی را به جهت کاهش رطوبت برای مدت طولانی نگهداری نمود. از طرفی کمبود پروتئین در برخی از کشورها و یا پایین بودن سرانه مصرف آبزیان را می‌توان با تولید محصولات متنوع از ماهی به جای گوشت دام جبران نمود (نوساد ۲۰۰۵). تولید سوپ آماده مصرف از ماهیان به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا آنها می‌تواند به عنوان یک ماده غذایی سالم در میان غذاهای فوری تلقی گردد (رحمان و همکاران ۲۰۱۲).

در ایران تحقیقاتی در زمینه استفاده از پودر خشک شده ماهی کیلکا (معینی و همکاران ۱۳۸۵) و ماهی کپور معمولی (معینی و محمد طاهری ۱۳۸۸) در تهیه فرمولاسیون سوپ آماده مصرف انجام شده است. همچنین رحمان و همکاران (۲۰۱۲) سوپ فوری حاوی ۱۰ درصد پودر ماهی کپور نقره‌ای را به عنوان بهترین فرمول از لحاظ ارزیابی حسی گزارش کردند. مونتریو و همکاران (٢٠١٤) نشان دادند محصولات غذایی سوپ و آرد خوراکی پروتئینی واجد ٦٠ درصد ضایعات خشک ماهی تیلاپیا می‌تواند در صنایع غذایی برای معرفی و توسعه فراورده‌های غذایی جدید استفاده شود.

این پژوهش با هدف تعیین مقدار مناسب از گوشت زائدات فیل‌ماهی در فرمولاسیون سوپ آماده مصرف بر اساس ویژگی‌های حسی و همچنین اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی فرمولاسیون برتر طی ٤ ماه نگهداری در شرایط محیط انجام شد.

مواد و روش‌ها

تهیه گوشت از زائدات ماهی و آماده سازی آن

سر و باله‌های ماهی خاویاری به میزان تقریبی ۲۰ کیلوگرم از مزارع پرورش ماهی به‌صورت تازه جمع آوری شده و با یخ پوشی ۲:۱ (ماهی: یخ، وزنی/وزنی) به آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات در استان تهران منتقل شد. مراحل آماده سازی بصورت دستی شامل پاک کردن، تمیز کردن و استخراج گوشت، شستشو، پخت در آب نمک ۱۰ درصد

به مدت ۱۰ دقیقه و در نهایت آب گیری با پارچه تنظیف بود. گوشت‌های آب‌گیری شده سپس با ضخامت‌هایی یکسان روی سینی به صورت تک لایه پهن شدند و به مدت ۱۸ ساعت در خشک‌کن الکتریکی آزمایشگاهی با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد، سرعت هوای ۱/۵ متر بر ثانیه تا رساندن به رطوبت کمتر از ۱۰ درصد خشک شدند (حسینی شکرابی و همکاران ۱۳۹۳). گوشت ماهی خشک شده در وزن‌های ۱۵۰ گرمی و در بسته‌های متالایز با درب بندی نفوذ ناپذیر به رطوبت بسته بندی شده و تا زمان انجام آزمون‌ها در دمای محیط بدور از نور خورشید نگهداری شدند.

فرمولاسیون نمونه‌های سوپ

سوپ آماده مصرف در پنج فرمول مختلف (حاوی ۰، ۲۰، ۳۵، ۵۰، ٦٥ درصد پودر گوشت ماهی) با افزودنی‌های متفاوت برای ارزیابی حسی و در نتیجه انتخاب فرمول برتر تهیه شدند (جدول ۱). تیمار شاهد فاقد گوشت ماهی خشک شده بوده و طبق فرمولاسیون پیشنهاد داده شده توسط آبیسینگ و همکاران (۲۰۰٦) تهیه شد (جدول ۱).

جدول ۱- فرمولاسیون مختلف پودر سوپ آماده مصرف حاصل از گوشت زائدات فیل‌ماهی (گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک غذایی).

Table 1- Preparation of powdered instant soup from beluga fish by-products (grams per 100 g of dry food).

	Formula 1 0%	Formula 2 20%	Formula 3 35%	Formula 4 50%	Formula 5 65%
Dried fish meat	0	۹	15.75	22.5	29.25
Wheat flour	15	12	9.75	7.5	5.25
Potato starch	15	12	9.75	7.5	5.25
Corn flour	15	12	9.75	7.5	5.25
Salt	5	5	5	5	5
Sugar	10	10	10	10	10
Tomato powder	5	5	5	5	5
Spice mixed powder *	10	10	10	10	10
Dried vegetable powder **	25	25	25	25	25

* Dried powder mixed spices (100%): 60% black pepper and 40% powder pepper powder
** Dried powder mixture of vegetables (100%): Carrot 45.3%, Onion 22.6%, Tetanus 6.6%, Celery stalk 5.5%, Mint 5%, and 4.6% Garlic.

تعیین فرمولاسیون منتخب و ماندگاری سوپ ماهی آماده مصرف

چهار فرمول تولید شده از گوشت خشک شده فیل‌ماهی به نسبت ۱۰:۱ با آب مخلوط و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد پخت شده و با توجه به ویژگی‌های حسی شامل رنگ، بو، طعم و پذیرش کلی توسط ۱۰ نفر ارزیاب حسی آموزش‌دیده (۵ نفر آقا و ۵ نفر خانم با میانگین سنی ۳۵-٤۰ سال)، ارزیابی شدند. به داوران توصیه شد برای رفع اثر هر نمونه بر نمونه دیگر، در میان صرف هر نمونه مقداری نوشیدنی گرمی که در اختیار آن‌ها قرار گرفته بود، بنوشند. به منظور ارزیابی نمونه‌ها از مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای (از بسیار مطلوب تا بسیار نامطلوب) استفاده شد (روندا و گومز ۲۰۰۵).

برای تعیین اثر زمان ماندگاری بر کیفیت فرمول برتر سوپ ماهی آماده مصرف و مقایسه آن با تیمار شاهد (سوپ سبزیجات)، به مدت ۱۲۰ روز در فاصله‌های زمانی ۰، ۳۰، ۶۰،۹۰ و ۱۲۰ روز آزمون‌های زیر انجام شد.

آزمایش‌های فیزیکی و عملکردی

مولفه‌های رنگی شامل متغیر L* (بعد روشنایی)، شاخص a* (بعد قرمزی-سبزی) و شاخص b* (بعد زرد-آبی) با استفاده از دستگاه هانترلب اندازه‌گیری شده و شاخص‌های ΔE و سفیدی با رابطه‌های زیر محاسبه شدند (تی و سیو ۲۰۱۷):

$$\Delta E^* = ((L^*-L_0^*)^2+(a^*-a_0^*)^2+(b^*-b_0^*)^2)^{1/2}$$

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

که در آن؛ L*، a* و b* مؤلفه‌های رنگ نمونه سوپ و L_0^*، a_0^* و b_0^* مؤلفه‌های رنگ نمونه شاهد بودند.

جهت تعیین ظرفیت جذب آب، نمونه‌های سوپ در ۳ دمای متفاوت ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درجه سانتی‌گراد در آب قرار داده شدند، سپس در فواصل زمانی ۲، ٦،٤، ۸، ۱۰ و ۱۵ دقیقه از آب خارج و وزن شدند (نسبت نمونه‌ها به محلول بر اساس ۱: ۱۰ وزنی/وزنی). مقدار رطوبت نمونه‌هایی که آب جذب کرده‌اند طبق روش پیشنهادی انجمن رسمی تجزیه شیمیایی (۲۰۰۵) اندازه‌گیری شدند. فعالیت آبی (aw) توسط دستگاه سنجش فعالیت آبی (مدل RTD500، سوئد) برای ۲ گرم نمونه اندازه‌گیری شد (آکسوان ۲۰۰۹).

آزمایش‌های شیمیایی

ترکیبات تقریبی شامل پروتئین کل به روش کجلدال با ضریب تبدیل درصد نیتروژنی ٦/۲۵، روغن به وسیله دستگاه سوکسله با حلال ان-هگزان و میزان خاکستر با استفاده از کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد تا سفید شدن کامل نمونه‌ها تعیین شد (انجمن رسمی تجزیه شیمیایی ۲۰۰۵). برای تعیین pH ۵ گرم از نمونه به مدت ۱ دقیقه با ٤۵ میلی‌لیتر آب مقطر همگن شده و میزان pH آن با دستگاه pH سنج (مترهوم) اندازه‌گیری شد (سوانسچ و همکاران ۲۰۰۰).

اندازه‌گیری مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVN) به روش کجلدال و با تیتراسیون عصاره به دست آمده از آن انجام شد (کولاس و کوتومیناس ۲۰۰۷). سنجش میزان پراکسید (PV) نمونه‌ها در طول زمان نگهداری به صورت میلی اکی‌والان گرم در کیلوگرم چربی سنجیده شد (انجمن رسمی تجزیه شیمیایی ۲۰۰۵). مقدار تیوباربیتوریک اسید (TBARS) بر حسب میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم نمونه با روش اسپکتروفتومتری در مقایسه با نمونه شاهد و در طول‌موج ۵۳۸ نانومتر سنجیده شد (سیریپاتراوان و نوفا ۲۰۱۲). میزان شاخص اسیدهای چرب آزاد (FFA) با استفاده از روش ویودا و همکاران (۱۹۸٦) اندازه‌گیری شد. نتایج به صورت درصد اولئیک اسید در چربی کل بیان شد.

جهت اندازه‌گیری پروفیل اسیدهای چرب، ابتدا استخراج چربی به روش سرد و در ادامه متیله کردن اسیدهای چرب با استفاده از روش مورفی (۱۹۹۳) انجام شد. درنهایت آنالیز اسیدهای چرب مطابق استاندارد ملی به شماره ۱۳۱۲٦-۲ بر حسب درصد انجام شد. دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل GC ٦۱۰۰ (یونگلین، ژاپن) با ستون موئین Dikmacap-2330، طول ٦۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر استفاده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

کلیه آزمون‌ها با سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. به منظور مقایسه میانگین داده‌های زمان ماندگاری سوپ ماهی با نمونه شاهد از آزمون t-test مستقل استفاده گردید. نرمال بودن توزیع فراوانی داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف سنجش شد. سطح معنی‌داری در تمام آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۳ رسم شد.

نتایج و بحث

فرمولاسیون منتخب سوپ ماهی

در جدول ۲ میانگین اثر فرمولاسیون بر شاخص‌های رنگ، بو، طعم و قابلیت پذیرش کلی چهار فرمول تهیه شده با درصدهای مختلف پودر خشک گوشت ماهی ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بهترین نمونه از لحاظ ویژگی‌های رنگ، طعم و قابلیت پذیرش کلی، سوپ حاوی ۵۰ درصد گوشت ماهی بود. به نظر می‌رسد مصرف مقادیر کمتر از ۵۰ درصد گوشت، نتوانسته است انتظارات حسی گروه ارزیاب را برآورده کند. با توجه به نتایج، سوپ حاوی ۵۰ درصد گوشت خشک حاصل از زائدات فیل‌ماهی به عنوان فرمولاسیون منتخب برگزیده شد و در ادامه زمان ماندگاری فرمول برتر در مقایسه با فرمول شاهد (سوپ سبزیجات) طی چهار ماه در شرایط نگهداری در دمای محیط بررسی شد.

جدول ۲-مقایسه اثر افزودن پودر گوشت زائدات فیل‌ماهی بر شاخص‌های حسی سوپ آماده مصرف.

Table 2- Comparison of the effect of adding beluga meat powder on the sensory indices of instant soup

	Color	Taste	Odor	Over all accessibility
Control (without fish meat)	3.20±0.422b^{c}	2.60±0.516^{a}	4.00±0.137^{c}	4.10±0.568^{c}
20% fish meat	2.10±1.287^{a}	3.50±1.080^{b}	4.10±0.316^{c}	2.30±0.483^{a}
35% fish meat	2.70±0.675^{ab}	3.60±0.966^{b}	3.10±0.738^{b}	3.30±0.823^{b}
50% fish meat	4.50±707^{d}	4.40±0.699^{c}	3.60±0.690^{b}	4.70±0.670^{d}
65% fish meat	3.90±0.568^{cd}	4.20±0.632^{bc}	2.20±1.229^{a}	3.90±0.316^{c}

Data represent average of three replicates ± standard deviations and non-similar characters in each column show a significant difference ($p<0.05$).

تعیین زمان ماندگاری سوپ ماهی منتخب

ترکیبات تقریبی شیمیایی

در جدول ۳ میانگین و انحراف معیار مقادیر تغییرات ترکیبات تقریبی در زمان صفر و چهار ماه پس از نگهداری خلاصه شده است. با کاربرد ۵۰ درصد گوشت خشک ماهی در فرمول سوپ، امکان تولید محصولی با ۵/۵ برابر پروتئین در وزن یکسان فراهم آمده و می‌تواند ارزش افزوده بالایی از لحاظ تغذیه‌ای ایجاد نماید. چهار ماه نگهداری نمونه سوپ ماهی اثر معنی‌داری بر میزان پروتئین، چربی و خاکستر نداشت ($p< ۰/۰۵$). معینی و محمد طاهری (۱۳۸۸) افزایش میزان رطوبت و کاهش میزان چربی و پروتئین را در پودر سوپ ماهی کپور گزارش کرده‌اند. مقدار چربی سوپ حاوی گوشت ماهی به طور معنی‌داری ($p< ۰/۰۵$) بیشتر از سوپ سبزیجات بود که با توجه به نوع اسیدهای چرب غیر اشباع موجود در گوشت فیل‌ماهی مطلوب و واجد ارزش غذایی است. معینی و محمد طاهری (۱۳۸۸) میزان چربی سوپ حاصل از ماهی کپور را ۸ درصد گزارش کرده‌اند. پایین بودن نسبی میزان چربی در سوپ حاوی گوشت ماهی در مقایسه با سایر سوپ‌های ماهی، احتمالاً به دلیل ترکیب شیمیایی گوشت ماهی بوده که به نسبت سایر اجزای ماهی میزان چربی کمتری دارد. جیاسانتا و همکاران (۲۰۱۳) میزان چربی را از ۰/۵ درصد به ۰/۲ درصد در پودر ماهیان ریز خانواده لیوگنیتیده پس از پنج ماه نگهداری در دمای محیط گزارش کرده‌اند. کاهش نیافتن میزان

چربی در سوپ ماهی نشانه‌ای از عدم بروز واکنش‌های شدید اکسیداسیون است که مطلوب است. همچنین مقدار خاکستر در سوپ سبزیجات به دلیل بالا بودن فیبر اجزاء غذایی بیشتر از سوپ ماهی بود. خاکستر بیانگر میزان مواد معدنی است (جیاسانتا و همکاران ۲۰۱۳)، از این رو تأثیر نداشتن زمان نگهداری بر میزان خاکستر قابل انتظار بود.

جدول ۳- پروتئین، چربی و خاکستر سوپ سبزیجات و سوپ ماهی در شروع و پس از چهار ماه نگهداری (بر اساس وزن خشک)

Table 3- Protein, fat and ash contents of vegetable soup and fish soup at start and after four months of the storage (based on dry weight)

	Shelf-life (month)	Ash (%)	Lipid (%)	Protein (%)
Vegetable soup	0	0.0051± 0.0001[a]	0.0136± 0.0001[a]	9.83± 0.350[a]
	4	0.0051± 0.0001[a]	0.0133± 0.0001[a]	10.10± 0.148[a]
Fish soup	0	0.0011± 0.0001[b]	0.0169± 0.0001[b]	55.13± 0.594[b]
	4	0.0010± 0.0001[b]	0.0168± 0.0001[b]	55. 91± 0.156[b]

Data represent average of three replicates ± standard deviations and non-similar characters in each column show a significant difference ($p<0.05$).

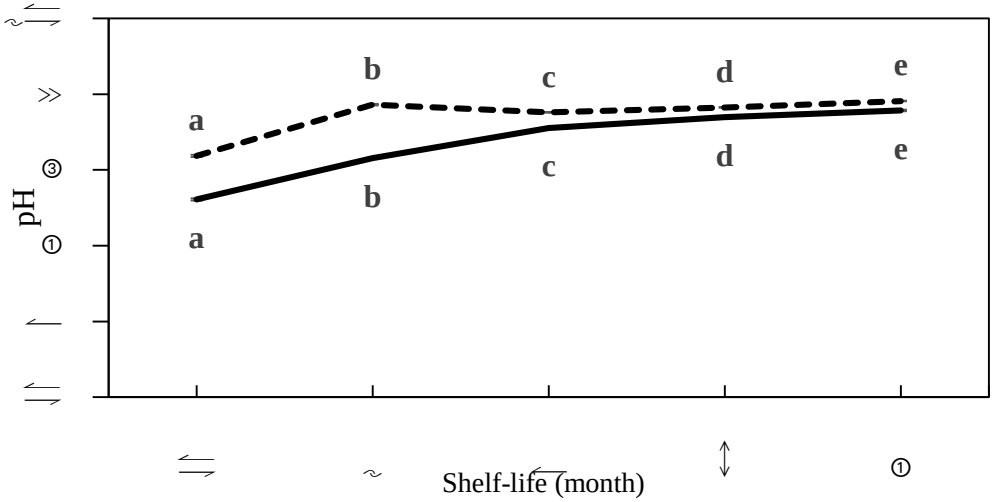
تعیین pH

در شکل ۱ اثر افزودن گوشت ماهی بر میزان pH سوپ‌های آماده در زمان‌های مختلف نگهداری نشان داده شده است. اثر فرمولاسیون بر pH در تمامی زمان‌ها، کاملاً معنی‌دار ($p< ۰/۰۵$) بود. این شاخص در هر دو نوع سوپ، با افزایش زمان نگهداری به طور معنی‌داری ($p< ۰/۰۵$) افزایش یافت. در شروع نگهداری مقدار pH سوپ سبزیجات (۰/۰۲۸ ± ۵/۲۲) کمتر از سوپ ماهی (۰/۰۲۸ ± ٦/۳۷) بود. که احتمالاً به دلیل اسیدیته بیشتر سبزیجات بوده است. این تفاوت معنی‌دار ($p< ۰/۰۵$) در تمام زمان‌های نگهداری نیز مشاهده شد و در هر دو نوع سوپ، با افزایش زمان نگهداری، pH به طور معنی‌داری ($p< ۰/۰۵$) افزایش یافت. افزایش pH در محصولاتی نظیر پودر سوپ ماهی می‌تواند نشانه طی شدن روند فساد بافت ماهی و تجزیه شیمیایی ترکیبات موجود نظیر پروتئین‌ها و تبدیل آن‌ها به ترکیباتی با pH بالاتر نظیر آمونیاک، منو متیل، دی متیل آمین و تری متیل آمین باشد (ازگول و همکاران ۲۰۰٤؛ رنیز-کاپیلاس و مورال ۲۰۰۵). جیاسانتا و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقی در خصوص استفاده از ماهی‌های دور ریز به عنوان پودر پروتئین خوراکی کاهش pH را از ۷/۱ در نمونه تازه به ٦/۱۲ بعد از پنج ماه نگهداری گزارش کرده‌اند.

تغییرات خواص کاربردی

اثر افزودن گوشت زائدات خشک شده فیل‌ماهی بر میزان فعالیت آبی و جذب آب سوپ‌های آماده در زمان‌های مختلف نگهداری در جدول ٤ نشان داده شده است. در هر دو نوع سوپ با افزایش زمان نگهداری a_w به طور معنی‌داری ($p< ۰/۰۵$) افزایش یافته که شیب افزایش این شاخص برای سوپ سبزیجات کم و برای سوپ ماهی بیشتر بود. بنابراین سوپ ماهی جاذب الرطوبه تر بوده، اما به نظر می‌رسد پس از ۳ تا چهار ماه به حالت تعادل با اتمسفر اطراف تمایل پیدا کرده است. سایر محققان نیز افزایش a_w در پودر خوراکی ماهی طی چهار ماه نگهداری گزارش کرده‌اند (چاتوپادهی و همکاران ۲۰۰۸). در یک تحقیق روی پودر خوراکی ماهی تهیه شده از ماهیان کپور هندی با اندازه کوچک مشخص شد که فعالیت آبی پودر ماهی از ۰/۲۸۸ در ابتدای زمان نگهداری به ۰/۳۲٦ پس از چهار ماه نگهداری در کیسه‌های پلی‌اتیلن افزایش می‌یابد. فعالیت آبی بیانگر آب در دسترس در فراورده است. آب

آزاد بخشی از کل آب موجود در کل فراورده است که می‌تواند در واکنش‌های شیمیایی شرکت کند و یا مورد استفاده میکروارگانیسم‌ها قرار بگیرد. بنابراین هر چه فعالیت آبی بیشتر باشد نشان دهنده احتمال بالاتر بروز آلودگی و فسادهای شیمیایی و میکروبی است (مخدوم و روزنتراتر ۲۰۱۷). میزان فعالیت آبی کمتر از ۰/۰٤ ممکن است باعث تسریع واکنش میلارد و مقادیر بالاتر از ۰/۷۰ ممکن است باعث فعالیت و رشد و نمو قارچ‌ها در پودر بشود (شنکار و همکاران ۲۰۱۰). از این رو نکته مهم در تمام فرمول‌ها و زمان‌ها پایین بودن فعالیت آبی (کمتر از ۰/۵) و کمتر بودن آن از حدود بحرانی برای رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های مولد فساد است. این یافته‌ها با نتایج تحقیق مونتریو و همکاران (۲۰۱٤) در مورد فعالیت آبی پودر خوراکی ماهی (۰/۵۳) و سوپ آماده مصرف ماهی تهیه شده از ضایعات تیلاپیا (۰/۵) مطابقت دارد.



شکل ۱-تغییرات شاخص pH در نمونه‌های سوپ سبزیجات و سوپ ماهی طی چهار ماه نگهداری

خط مستقیم و خط چین دار به ترتیب نشان دهنده سوپ سبزیجات و سوپ ماهی است.

Figure 1 - pH changes in vegetable soup and fish soup samples for four months storage

The straight line and dash line represent vegetable soup and fish soup, respectively.

همان طور که در جدول ٤ مشاهده می‌شود در هر دو نوع سوپ با افزایش زمان نگهداری ظرفیت جذب آب به طور معنی‌داری ($p< ۰/۰۵$) کاهش یافته است. ظرفیت جذب آب شاخص مهمی برای پیش‌بینی میزان جذب و نگهداری آب در سوپ‌های تهیه شده و معیاری برای پیش‌بینی قوام و دو فاز نشدن سوپ است. بر اساس تحقیق سینگ (۲۰۰۱) ظرفیت جذب آب نشان دهنده توانایی یک ماده در اتصال با آب در شرایط وجود محدودیت در مقدار آب است. با توجه به نتایج بین میزان pH و ظرفیت نگهداری آب رابطه معکوس وجود دارد. مونتریو و همکاران (۲۰۱٤) نیز این ارتباط را گزارش کرده‌اند. طی خشک کردن، دناتوره شدن، پلیمریزه شدن و تجمع پروتئین‌ها روی ناحیه سطحی ذرات باعث تشکیل لایه فیلم مانند بسیار نازکی روی سطح محصول خشک می‌شود. اما هنگام قرار دادن سوپ خشک در آب گرم یا جوشاندن آن، این لایه دستخوش تغییر شده و آب به درون شبکه پروتئینی نفوذ می‌کند و در نتیجه حجم پودر افزایش می‌یابد (مخدوم و روزنتراتر ۲۰۱۷).

جدول ۴- فعالیت آبی و جذب آب سوپ سبزیجات و سوپ ماهی طی چهار ماه نگهداری

Table 4-Water activity and water absorption of vegetable and fish soups during four months of storage

	Shelf-life (month)	Water absorption (%)	Water activity
Vegetable soup	0	23.32±0.035[b]	0.26±0.004[b]
	1	23.24± 0.014[b]	0.27±0.004[b]
	2	21.48± 0.672[a]	0.29±0.001[a]
	3	22.95± 0.021[a]	0.30± 0.001[a]
	4	20.61± 0.007[a]	0.30± 0.001[a]
Fish soup	0	22.23± 0.007[a]	0.22± 0.001[a]
	1	21.24± 0.021[a]	0.23± 0.005[a]
	2	21.93± 0.035[a]	0.32±0.001[b]
	3	20.51± 0.014[b]	0.40± 0.001[b]
	4	19.74± 0.242[b]	0.40± 0.001[b]

Data represent average of three replicates ± standard deviations and non-similar characters in each column show a significant difference (P<0.05).

تغییرات ویژگی‌های رنگ سوپ ماهی

در جدول ۵ میانگین و انحراف معیار اثر زمان نگهداری بر ویژگی‌های رنگ سوپ سبزیجات و ماهی نشان داده شده است. به طور کلی افزایش زمان نگهداری باعث ایجاد تغییرات معنی‌دار (P< ۰/۰۵) در شاخص‌های رنگ در هر دو نمونه سوپ شده است. شاخص سفیدی بر پذیرش مصرف کننده بسیار مؤثر است (هگر و همکاران ۲۰۱۲). سوپ سبزیجات و سوپ ماهی در ابتدای زمان نگهداری شاخص سفیدی یکسانی داشتند، اما با گذشت زمان نگهداری روشنایی سوپ سبزیجات در مقایسه با سوپ ماهی به طور معنی‌داری (P< ۰/۰۵) کاهش یافت. این نتایج با یافته‌های مونتریو و همکاران (۲۰۱٤) در سوپ ماهی تیلاپیا مطابقت دارد. کاهش شاخص سفیدی با افزایش زمان ماندگاری می‌تواند بیانگر تمایل به شروع واکنش‌های قهوه‌ای شدن در سوپ ماهی باشد (بولتون و تیلور ۲۰۱۰).

جدول ۵-میانگین و انحراف معیار اثر زمان نگهداری بر شاخص‌های رنگ سوپ سبزیجات و سوپ ماهی

Table 5- Average and standard deviation of the effect of storage time on vegetable and fish soups' color indices

ΔE		Whiteness index (%)		
Fish soup	Vegetable soup	Fish soup	Vegetable soup	Shelf-life (month)
1.21±0.04[b]	0.29±0.00[e]	56.37±0.03[e]	56.71±0.04[e]	0
0.92±0.01[a]	0.13±0.00[d]	55.91±0.01[d]	55.40±0.08[d]	1
1.58±0.04[c]	0.09±0.00[b]	55.76±0.04[c]	54.41±0.07[c]	2
2.26±0.01[d]	0.11±0.01[c]	55.40±0.01[b]	53.76±0.01[b]	3
2.83±0.11[e]	0.02±0.00[a]	55.10±0.5[a]	53.11±0.01[a]	4

Data represent average of three replicates ± standard deviations and non-similar characters in each column show a significant difference (p<0.05).

تفاوت کلی رنگ بین سوپ ماهی و سوپ سبزیجات نیز با گذشت زمان افزایش معنی‌دار (P< ۰/۰۵) داشت (جدول ۵). شاخص ΔE برابر با یک کمترین مقداری است که چشم انسان قادر به تشخیص آن است، در مقادیر کمتر از ۲ تنها مشاهده‌گرهای حرفه‌ای قادر به تشخیص تفاوت هستند و در بالاتر از آن تفاوت رنگ

قابل تشخیص خواهد بود. به عبارت بهتر پس از چهار ماه نگهداری با اندکی دقت تفاوت رنگ بین سوپ سبزیجات و سوپ ماهی قابل تشخیص بوده است (موکرزیکی و تاتول ۲۰۱۱).

تغییرات ویژگی‌های شیمیایی

باتوجه به جدول ٦ اثر زمان نگهداری بر میزان اسیدهای چرب آزاد در سوپ ماهی معنی‌دار بوده و روند افزایشی داشت ($p< ۰/۰۵$). اما اسیدهای چرب آزاد در سوپ سبزیجات در تمام مدت نگهداری در حد صفر باقی ماند. اسیدهای چرب آزاد نمایانگر میزان هیدرولیز اسیدهای چرب هستند. اگرچه صرفاً میزان اسیدهای چرب آزاد، به‌تنهایی نمی‌تواند مستقیماً نشان دهنده میزان فساد چربی باشد، اما ارتباط نزدیکی با کاهش حالت تازگی در ماهی دارد (لوگاسی و همکاران ۲۰۰۷). تولید و گسترش اسیدهای چرب آزاد می‌تواند باعث کاهش کیفیت و ارزش غذایی محصولات و همچنین تشکیل ترکیبات ثانویه شود که این امر به‌ویژه تأثیر نامطلوب بر ویژگی‌های حسی ماهی دارد (لوسادا و همکاران ۲۰۰٤). علاوه بر این، این ترکیبات ثانویه روی پایداری ساختار پروتئین‌ها اثر گذاشته و شدت فرایند دناتوره شدن پروتئین‌ها را افزایش می‌دهند (آبورگ ۲۰۰۱؛ لوگاسی و همکاران ۲۰۰۷).

میزان عدد پراکسید در سوپ ماهی نسبت به نمونه فاقد ماهی روند افزایشی داشت و در پایان زمان نگهداری به ۳۰/۰۱٤±۷/۰ میلی اکی‌والان اکسیژن در صد گرم رسید (جدول ٦). در حالی که میزان پراکسید در سوپ سبزیجات در تمامی مدت نگهداری قابل‌سنجش نبود و صفر در نظر گرفته شد. با توجه به مقدار پایین چربی در نمونه سوپ شاهد این حالت معمولاً در حالت‌های زیر امکان رخ داد دارد: ۱) مقدار چربی آن‌قدر کم است که سنجش پراکسید با روش متداول امکان‌پذیر نیست. ۲) اکسیداسیون چربی‌ها از مرحله سکون اولیه در چرخه اکسیداسیون خارج نشده است. افزایش عدد پراکسید در سوپ ماهی با زمان ماندگاری بیانگر ورود فساد اکسیداتیو به مرحله واکنش‌های زنجیره‌ای است. که با توجه به ترکیب اسیدهای چرب ماهی و تغییرات میزان اسیدهای چرب چند غیر اشباعی و چند غیر اشباعی بلند زنجیره این امر قابل پیش‌بینی بود. با توجه به اینکه دامنه قابل قبول پراکسید برای مصارف انسانی بین ۲۰-۱۰ میلی اکی‌والان گرم در کیلوگرم روغن پیشنهاد شده است (هاس ۱۹۹٤)، در این مطالعه سوپ ماهی تا پایان چهار ماه نگهداری هنوز مطلوب بود. در تحقیق معینی و همکاران (۱۳۸۵) افزایش عدد پراکسید در پودر سوپ ماهی کیلکا از ۱/۳۹ به ٤/۲۸ میلی اکی والان گرم در کیلوگرم روغن طی ٦۰ روز اول نگهداری گزارش شد.

نتایج مقایسه میانگین تغییرات تیوباربیتوریک اسید در نمونه‌های سوپ سبزیجات و ماهی در جدول ٦ نشان داده شده است. این شاخص برای هر دو نوع سوپ روند افزایشی نشان داد و مقدار تیوباربیتوریک اسید سوپ ماهی در پایان زمان نگهداری ۰/۰۰ ± ۰/۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. عدد تیوباربیتوریک اسید شاخصی متداول برای سنجش میزان ترکیبات حاصل از اکسیداسیون ثانویه چربی است (یانار ۲۰۰۷). در تحقیق جیاسانتا و همکاران (۲۰۱۳) شاخص تیوباربیتوریک اسید در مدت پنج ماه نگهداری پودر خوراکی ماهی یک روند افزایشی را نشان داد. میزان قابل قبول شاخص تیوباربیتوریک در ماهی برابر ٥ میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی گزارش شده است (خیدهیر و همکاران ۲۰۱۳). همان‌طور که در جدول ٦ مشاهده می‌شود در این پژوهش در تمام زمان‌های نگهداری میزان تیوباربیتوریک اسید کمتر از حد مجاز بود.

باتوجه به جدول ٦ روند افزایشی معنی‌داری در ترکیبات ازته فرار در هر دو نوع سوپ مشاهده شد. به‌طوری‌که این شاخص در سوپ ماهی از ۰/۸۹± ۱/٥٤ در شروع آزمون به ۰/۷۱± ۲/۷۸ میلی‌گرم در صد گرم ماده غذایی افزایش یافت. سنجش مجموع ترکیبات ازته

فرار روش نسبتاً ساده و متداولی برای ارزیابی میزان تازگی ماهی است. معمولاً در بهترین حالت تازگی میزان این شاخص ۵-۱۰ میلی‌گرم ازت به ازای صد گرم گوشت ماهی و در ماهی با تازگی مطلوب، میزان آن بین ۱۵ تا ۲۵ میلی‌گرم ازت به ازای صد گرم گوشت گزارش شده است (ریبریو و همکاران ۲۰۱٤). از این رو مقدار ترکیبات ازته فرار سوپ ماهی تقریباً یک‌دهم مقدار مطلوب برای مصارف انسانی پس از ٤ ماه نگهداری در شرایط محیط است. ایجاد ترکیبات ازته فرار عمدتاً به دلیل فعالیت‌های پروتئولیتیک در محصول است. در محصولاتی نظیر سوپ ماهی، با توجه به فعالیت آبی کم آن، انتظار می‌رود افزایش مقدار ترکیبات ازته فرار بیشتر از اثر فعالیت میکروبی یا آنزیمی، در نتیجه اثر حرارت دهی و دناتوره شدن (واسرشتی) پروتئین‌ها باشد (معینی و محمد طاهری ۱۳۸۸). به‌طور مشابه، جیاسانتنا و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقی در خصوص استفاده از ماهی‌های دور ریز به عنوان پودر خوراکی ماهی، افزایش ترکیبات ازته فرار را از ۰/٦ به ۱۸/۰ میلی‌گرم در صد گرم در پودر خوراکی ماهی پس از پنج ماه نگهداری گزارش کرده‌اند. همچنین، معینی و همکاران (۱۳۸۵) افزایش ترکیبات فرار ازته سوپ ماهی کیلکا را از ۵/۵٦ در زمان صفر به ۲۱/۵ میلی‌گرم در صد گرم پس از چهار ماه نگهداری گزارش کرده‌اند. که تقریباً ده برابر تحقیق حاضر است. از این رو به نظر می‌رسد گوشت زائدات خشک شده فیل‌ماهی نسبت به پودر ماهی کیلکا مقاومت بیشتری به تخریب ساختار پروتئینی در اثر واکنش‌های شیمیایی دارد و همچنین به دلیل پایین بودن میزان فعالیت آبی، چربی و ترکیبات ثانویه حاصل از اکسیداسیون چربی‌ها، تخریب پروتئین‌ها با نرخ کندتری رخ داده است.

جدول ۶- شاخص‌های شیمیایی پایداری سوپ ماهی طی چهار ماه نگهداری در شرایط محیط.

Table 6- Chemical stability index of fish soup during four months of storage under environmental conditions.

	Shelf-life (month)	عدد تیوباربیتوریک (میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم)	مجموع ترکیبات ازته فرار (میلی‌گرم درصد)	عدد پراکسید (میلی اکی‌والان در کیلوگرم)	اسیدهای چرب آزاد (درصد)
Vegetable soup	0	0.01±0.010^{a}	0.00±0.000^{a}	0.00±0.000^{a}	0.00±0.000^{a}
	1	0.05±0.000^{a}	0.94±0.040^{b}	0.00±0.000^{a}	0.00±0.000^{a}
	2	0.09±0.000^{a}	1.16±0.480^{c}	0.00±0.000^{a}	0.00±0.000^{a}
	3	0.10±0.010^{a}	1.90±0.630^{d}	0.00±0.000^{a}	0.00±0.000^{a}
	4	0.22±0.000^{a}	2.216±1.060^{e}	0.00±0.000^{a}	0.00±0.000^{a}
Fish soup	0	0.04±0.000^{a}	1.54±0.890^{a}	0.00±0.000^{a}	0.00±0.000^{a}
	1	0.05±0.000^{b}	1.37±0.022^{b}	1.75±0.028^{b}	3.73±0.03^{b}
	2	0.06±0.021^{c}	1.95±0.030^{c}	2.30±0.049^{c}	6.23±0.04^{c}
	3	0.08±0.000^{d}	2.30±0400^{d}	6.36±0.021^{d}	7.62±0.01^{d}
	4	0.10±0.000^{e}	2.78±0.700^{e}	7.30±0.014^{e}	8.87±0.01^{e}

Data represent average of three replicates ± standard deviations and non-similar characters in each column show a significant difference ($p<0.05$).

ترکیب اسیدهای چرب

در جدول ۷ اثر فرمولاسیون و همچنین زمان نگهداری بر ترکیب اسیدهای چرب دو نمونه سوپ نشان داده شده است. همان‌طور که انتظار می‌رفت کاربرد گوشت ماهی باعث غنی‌سازی سوپ و افزایش مقدار اسیدهای چرب بلند زنجیره و اسیدهای چرب بلند زنجیر تک و چند غیر اشباع نسبت به نمونه شاهد شد. در هر دو نوع سوپ، زمان نگهداری ترکیب اسیدهای چرب را دستخوش تغییرات نمود. بطوری‌که اسیدهای چرب بلند زنجیر چند غیر اشباع نسبت به اسیدهای چرب اولئیک، لینولئیک و لینولنیک اسید حساس‌ترین نوع اسیدهای

چرب به اکسیداسیون بوده و با گذشت زمان از مقدار آن‌ها به طور معنی‌داری ($p< ۰/۰۵$) در سوپ ماهی کاسته شد. احتمالاً افزایش زمان نگهداری در محصولات پودری، باعث اکسیداسیون خود به خودی اسیدهای چرب حساس به فساد می‌شود و از مقدار آن‌ها می‌کاهد.

جدول ۷-ترکیب اسیدهای چرب (گرم در ۱۰۰ گرم چربی) سوپ ماهی و سوپ سبزیجات (شاهد)

Table 7- Fatty acids compounds (grams per 100 grams of fat) of fish soup and vegetable soup (control)

After four months of the storage		Start time (0 day)		Fatty acids
Fish soup	Vegetable soup	Fish soup	Vegetable soup	
0.00 ±0.000	0.00 ±0.000 ns	0.33 ±0.048	0.22 ±0.071 ns	C10:0
0.00 ±0.000	0.00 ±0.000 ns	0.54 ±0.131	3.69 ±0.000 **	C12:0
3.67 ±0.493	2.58 ±0.172 ns	1.02 ±0.067	0.91 ±0.212 ns	C14:0
17.36 ±0.779	15.18 ±0.141 ns	21.81 ±0.828	16.15 ±0.495 *	C16:0
1.40 ±0.452	0,95 ±0.069 ns	1.06 ±0.005	1.98 ±0.141 *	C16:1
1.48 ±0.617	0.11 ±0.071 ns	0.40 ±0.049	1.03 ±0.045 **	C17:0
1.24 ±1.021	0.59 ±0.283 ns	0.31 ±0.007	1.14 ±0.057 **	C17:1
6.82 ±0.132	4.35 ±0.424 *	7.12 ±0.242	4.59 ±0.341 *	C18:0
14.9 ±0.042	17.18 ±0.262 **	22.29 ±0.797	22.66 ±0.354 ns	C18:1
22.07 ±0.133	41.35 ±0.424 **	26.32 ±0.688	43.07 ±0.283 **	C18:2
0.42 ±0.089	0.68 ±0.212 ns	0.41 ±0.017	0.11 ±0.014 **	C20:0
4.07 ±0.028	4.68 ±0.354 ns	4.00 ±0.178	7.42 ±0.284 **	C18:3n3
0.64 ±0.124	1.00 ±0.021 ns	0.67 ±0.109	1.02 ±0.134 ns	C20:1
0.35 ±0.320	0.24 ±0.057 ns	0.21 ±0.006	0.53 ±0.156 ns	C22:0
0.42 ±0.251	0.23 ±0.047 ns	0.44 ±0.524	0.83 ±0.071 ns	C22:2
0.41 ±0.050	0.10 ±۰/۰۰٦*	0.39 ±0.222	0.56 ±0.247 ns	C24:0
0.48 ±0.406	0.28 ±0.078 ns	1.40 ±0.035	1.21 ±0.354 ns	C24:1
0.18 ±0.046	0.00 ±0.000 **	0.46 ±0.000	0.00 ±0.000 **	C20:3n3
2.01 ±0.327	0.00 ±0.000 **	3.72 ±0.120	0.00 ±0.000 **	C20:5n3 (EPA)
0.27 ±0.021	0.00 ±0.000 **	0.63 ±0.035	0.00 ±0.000 **	C22:5n3
4.41 ±0.141	0.00 ±0.000 **	7.74 ±0.114	0.00 ±0.000 **	C22:6n3 (DHA)

At each time of the storage ns: There is no significant difference between two types of soup ($p <0.05$). *: There was a significant difference at the probability level of 5%; ** There was a significant difference between the two types of soups at the probability level of 1%

سوپ ماهی منبع خوبی از اسیدهای چرب ضروری و چند غیراشباعی بلند زنجیر بوده و میزان اسیدهای چرب امگا ۳ نظیر اسیدهای چرب ایکوزاپنتاانوئیک اسید (EPA, C20:5n3) و دیکوزا هگزاانوئیک اسید (DHA, C22:6n3) به طور معنی‌داری بیشتر از سوپ سبزیجات بود (جدول ۷). میزان EPA و DHA یکی از عوامل

تأثیرگذار در تعیین کیفیت محصولات شیلاتی است (حسینی و همکاران ۲۰۱٤). این اسیدهای چرب برای توسعه و تکامل رشد مغز جنین و نوزادان، عملکرد سیستم قلبی عروقی و پیری سالم مورد نیاز هستند. EPA و DHA همچنین پیش سازهای متابولیت‌های مهمی در بدن به شمار رفته و همچنین DHA ترکیبی کلیدی در دیواره سلولی است و به مقدار زیاد در مغز و شبکیه یافت می‌شود (سوانسون و همکاران ۲۰۱۲).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از ۵۰ درصد گوشت زائدات خشک شده فیل ماهی در فرمولاسیون سوپ آماده مصرف بالاترین امتیازات ارزیابی حسی را نسبت به سایر فرمول‌ها کسب نموده و به عنوان فرمول برتر در این مطالعه انتخاب گردید. مطالعه تغییرات شاخص‌های شیمیایی فرمول سوپ ماهی برتر نگهداری شده در شرایط محیطی نشان داد که پس از ٤ ماه تمام فاکتورهای اندازه‌گیری شده در محدوده مجاز بودند. همچنین طی زمان نگهداری فعالیت آبی از حدود بحرانی برای رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های مولد فساد پایین‌تر بود (کمتر از ۰/۵). افزایش زمان نگهداری منجر به کاهش ظرفیت جذب آب و شاخص سفیدی فرمول برتر گردید. علاوه بر این، اسیدهای چرب بلند زنجیر چند غیر اشباع نسبت به اسیدهای چرب اولئیک، لینولئیک و لینولنیک اسید نسبت به اکسیداسیون طی زمان نگهداری حساس‌تر بوده و با گذشت زمان از مقدار آن‌ها کاسته شد. بنابراین با توجه پروتئین بالا (بیش از ۵۵٪ در وزن خشک) و وجود اسیدهای چرب بلند زنجیره چند غیر اشباع در سوپ واجد زائدات گوشت فیل‌ماهی پرورشی می‌توان محصولی با ارزش تغذیه‌ای و ارزش افزوده بالا تولید نموده که ماندگاری آن نیز در شرایط محیط تا ٤ ماه امکان پذیر است.

منابع مورد استفاده

تقی اف م، قمی مرزدشتی م و اویسی پورم، ۱۳۸۹. تولید پروتئین هیدرولیز شده از امعاء و احشاء فیل‌ماهی (*Huso huso*) با استفاده از آنزیم آلکالاز. شیلات، ٤، ۳۵-٤۰.

حسینی شکرابی س‌پ، حسینی س‌ا، سلطانی م و زجاجی م، ۱۳۹۳. اثرات هیدروکلوئیدهای مختلف بر ویژگی های بافتی و ریزساختاری ژل سوریمی ماهی شوریده دهان سیاه (*Atrobucca nibe*). نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲٤(۳)، ٤۲۵-٤۲۷.

سالنامه آماری سازمان شیلات ایران ۱۳۹۳. سازمان شیلات ایران، معاونت برنامه ریزی و مدیریت منابع، انتشارات دفتر برنامه ریزی و بودجه.

کهنه شهری م و آذری تاکامی ق، ۱۳۷۵. تکثیر مصنوعی و پرورش ماهیان خاویاری. انتشارات دانشگاه تهران.

معینی س و جلیلی س، ۱۳۹۰. تولید فرآورده خشک شیرین Tuna Candy از ماهی *Thunnus albacares* و تعیین زمان ماندگاری آن، شیلات (منابع طبیعی ایران)، ٦٤، ۱۹۹-۱۸۹.

معینی س و محمد طاهری ش، ۱۳۸۸. امکان‌سنجی تولید پودر سوپ از ماهی کپور *(Cyprinus carpio)* و تعیین زمان ماندگاری آن، شیلات (منابع طبیعی ایران)، ٦۲، ۵۵-٤۷۷.

معینی س، علیزاده دوغیکلایی ا و میرواقفی ع، ۱۳۸۵. تولید پودر سوپ از ماهی کیلکا و تعیین زمان ماندگاری آن، مجله منابع طبیعی ایران، ٤، ۱۸۷-۱۷۷.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. روغن‌ها و چربی‌های گیاهی و حیوانی- کروماتوگرافی گازی متیل استرهای اسید چرب- قسمت ۲: تهیه متیل استرهای اسیدهای چرب. نشریه شماره ۱۳۱۲٦-۲. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

Abeysinghe CP and Illeperuma CK, 2006. Formulation of an MSG (Monosodium Glutamate) free Instant vegetable soup mix. Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka 34: 91-95.

Akesowan A, 2009. Quality of reduced-fat chiffon cakes prepared with erythritol-sucralose as replacement for sugar. Pakistan Journal of Nutrition 8: 1383-1386.

AOAC. 2005. Official methods of analysis of AOAC International. AOAC International.

Aubourg SP, 2001. Fluorescence study of the pro-oxidant effect of free fatty acids on marine lipids. Journal of the Science of Food and Agriculture 81: 385-390.

Barak S, Mudgil D and Khatkar BS, 2014. Effect of flour particle size and damaged starch on the quality of cookies. Journal of food science and technology 51: 1342-1348.

Belton PS and Taylor JR, 2002. Pseudocereals and less common cereals: grain properties and utilization potential. Springer Science and Business Press.

Chattopadhyay AK, Rao BM and Gupta SS, 2008. Edible fish powder from small sized Indian major carps. Fishery Technology: 181-188.

Goulas AE and Kontominas MG, 2007. Effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on the shelf-life of refrigerated chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. European Food Research and Technology 224: 545-553.

Hager AS, Wolter A, Jacob F, Zannini E and Arendt EK, 2012. Nutritional properties and ultra-structure of commercial gluten free flours from different botanical sources compared to wheat flours. Journal of Cereal Science 56: 239-247.

Herpandi NH, Rosma A and Wan Nadiah WA, 2011. The tuna fishing industry: A new outlook on fish protein hydrolysates. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 10: 195-207.

Hosseini H, Mahmoudzadeh M, Rezaei M, Mahmoudzadeh L, Khaksar R, Khosroshahi NK and Babakhani A, 2014. Effect of different cooking methods on minerals, vitamins and nutritional quality indices of kutum roach (*Rutilus frisii kutum*). Food chemistry 148:86-91.

Huss HH, 1994. Assurance of seafood quality. Food & Agriculture Org.

Jeyasanta KI, Velammal A and Patterson J, 2013. Utilization of trash fishes as edible fish powder and its quality characteristics and consumer acceptance. World Journal of Dairy & Food Sciences 8: 1-10.

Khidhir ZK, Jaff BM and Saleh HH, 2013. March. Lipid oxidation as a quality indicator in meats for five local fresh fish. Journal Tikrit University for Agricultural Science. 1st Scientific Conference for Food Sciences.19-20.

Laining A, Rachmansyah DKK and Ahmad T, 2001. The use of shrimp head meal as a substitute to fish meal in grower feed for barramundi cod. Grouper Electronic Newsletter Press.

Losada V, Barros-Velázquez J, Gallardo JM and Aubourg SP, 2004. Effect of advanced chilling methods on lipid damage during sardine (*Sardina pilchardus*) storage. European Journal of Lipid Science and Technology 106: 844-850.

Lugasi A, Losada V, Hovari J, Lebovics V, Jakoczi I and Aubourg S, 2007. Effect of pre-soaking whole pelagic fish in a plant extract on sensory and biochemical changes during subsequent frozen storage. LWT-Food Science and Technology 40: 930-936.

Mahasukhonthachat K, Sopade PA and Gidley MJ, 2010. Kinetics of starch digestion in sorghum as affected by particle size. Journal of Food Engineering 96: 18-28.

Makdoud S and Rosentrater KA, 2017. Development and Testing of Gluten-Free Pasta Based on Rice, Quinoa and Amaranth Flours. Journal of Food Research, 6:91-110.

Mokrzycki WS and Tatol M, 2011. Color difference Delta E - A survey. Machine Graphics and Vision. 4:279.

Monteiro MLG, Mársico ET, Lázaro CA, Ribeiro RO, Jesus RS and Conte-Júnior CA, 2014. Flours and instant soup from tilapia wastes as healthy alternatives to the food industry. Food Science and Technology Research 20: 571-581.

Monteiro MLG, Mársico ET, Teixeira CE, Mano SB, Conte-Júnior CA and Vital HC, 2012. Validade comercial de filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) resfriados embalados em atmosfera modificada e irradiados. Cienc Rural 42:737-743.

Murphy RC and Hanahan DJ, 1993. Handbook of Lipid Research. Plenum Press.

Nowsad AA, 2005. Low Cost Processing of Fish in Coastal Bangladesh. Empowerment of Coastal Fishing Communities for Livelihoods Security. GOB/UNDP/FAO Project: BGD/97/017: 5/2005, 73p.

Nwanna LC and Daramola JA, 2000. Harnessing of shrimp-head waste in Nigeria for low cost production of tilapia, Oreochromis niloticus. In: Fifth International Symposium on Tilapia in Aquaculture, 3–7 September 2000, Rio de Janeiro, Brazil.

Ovissipour M, Abedian A, Motamedzadegan A, Rasco B, Safari R and Shahiri H, 2009. The effect of enzymatic hydrolysis time and temperature on the properties of protein hydrolysatesfromPersian sturgeon *(Acipenser persicus)* viscera. Journal of Food Chemistry 115:238-242.

Özogul F, Polat A and Özogul Y. 2004. The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardina pilchardus*). Food Chemistry 85: 49-57.

Rahman MA, Saifullah M and Islam MN, 2012. Fish powder in instant fish soup mix. Journal of the Bangladesh Agricultural University 10: 145-148.

Ribeiro IS, Shirahigue LD, Ferraz de Arruda Sucasas L, Anbe L, da Cruz PG, Gallo CR and Oetterer M, 2014. Shelf life and quality study of minced tilapia with Nori and Hijiki seaweeds as natural additives. The Scientific World Journal 2014, 1-7.

Ronda S and Gomez F, 2005. Effect of polyols and non- digestible oligosaccharids on quality of free suger sponge cakes. Chemistry Food 90: 549-555.

Ruiz-Capillas C and Moral A, 2005. Sensory and biochemical aspects of quality of whole bigeye tuna (*Thunnus obesus*) during bulk storage in controlled atmospheres. Food chemistry 89: 347-354.

Shankar TJ, Sokhansanj S, Bandyopadhyay S and Bawa AS, 2010. Storage properties of low fat fish and rice flour coextrudates. Food and Bioprocess Technology, 3: 481-490.

Singh U, 2001. Functional properties of grain legume flours. Journal of Food Science and Technology 38: 191-199.

Siripatrawan U and Noipha S, 2012. Active film from chitosan incorporating green tea extract for shelf life extension of pork sausages. Food Hydrocolloids 27: 102-108.

Suvanich V, Jahncke M and Marshall D, 2000. Changes selected chemical quality characteristics of channel catfish frame mince during chill and frozen storage. Food Science 65: 24-29.

Swanson D, Block R and Mousa SA, 2012. Omega-3 fatty acids EPA and DHA: health benefits throughout life. Advances in nutrition 3:1-7.

Tee ET and Siow LF, 2017. Effect of tapioca and potato starch on the physical properties of frozen Spanish mackerel (*Scomberomoru guttatus*) fish balls. International Food Research Journal 24.

Wang Y, Zhang M and Mujumdar AS, 2011. Trends in processing technologies for dried aquatic products. Drying Technology 29: 382–394.

Woyewoda AD, Shaw SJ, Ke PJ and Burns BG, 1986. Quality indices-lipid related. Recommended laboratory methods for assessment of fish quality

Yanar Y, 2007. Quality changes of hot smoked catfish (*Clarias gariepinus*) during refrigerated storage. Journal of Muscle Foods 18: 391-400.

Yu L, Ramaswamy HS and Boye J. 2012. Twin-screw extrusion of corn flour and soy protein isolate (SPI) blends: a response surface analysis. Food and Bioprocess Technology 5: 485-497.

Effects of adding farm-raised beluga sturgeon by-products on some physicochemical properties, sensory and shelf life of instant soup

M Hajhosseini[1], SP Hosseini Shekarabi[2*]and SE Hosseini[1]

Received: July 3, 2018 Accepted: August 25, 2018
[1]MSc Student, Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Fisheries Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[3]Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[*]Corresponding author: Email: hosseini@srbiau.ac.ir

Introduction: Instant soup is a type of convenience food which is commercially produced for ease of consumption, portable and has a long shelf life. According to quick preparation and inexpensive, it becomes quite popular for people too short on time in the modern world. Instant dried soup powder is meat or vegetable-based product and generally constituted mixture of dehydrated cereals, vegetables and spices. However, interesting in consuming convenience foods has been received criticism due to lack of nutritive value and other health concerns. On the other hand, seafood industry generates great amount of edible wastes or by-products which can be highly perishable and needed to process in various value added products. Beluga or great sturgeon (*Huso huso*) is an endemic fish species of the Caspian Sea and extremely cultured for meat and caviar purposes in many countries in particular Iran. According to big size of farmed sturgeon, the fish fillet is commonly raw material for consumers, but unfortunately the wastes from the fillet producing and trimming are usually discarded or used for relatively low commercial value products (e.g. fishmeal and oil production). Treated fish waste described as an edible offal or edible by-product which can also be used for various value added products instead of being discarded and causes potential adverse environmental impacts. Fisheries products are highly perishable, while dried fish soup powder can be stored for a long time due to lower water activity. On the other hand, protein deficiency in some countries or low per capita consumption of seafood can be compensated by the production of a variety of fish products. The production of ready-to-eat soups from fish due to their high nutritional value can be considered as a healthy food among other instant foods. This study aimed to use farm-raised beluga sturgeon by-products in instant soup powder, as well as its shelf-life at ambient temperature for 120 days.
Material and methods: At first, the fresh beluga fish wastes were processed and dried till lower 10% moisture. Then, the beluga fish powder at 0% (control; vegetable soup), 20%, 35%, 50%, and 65% was used in instant soup formulas to specify the best formula. Then, some physical properties (i.e. color, water activity, and water holding capacity) and chemical properties (i.e. proximate composition, pH, TVN, PV, TBARS, FFA, and fatty acids profile) were compared among the best formula fish soup and control.
Results and discussion: The highest overall acceptance score (4.70) was obtained in 50% beluga fish formula and selected as a best formula. After 4 months of storage, free fatty acid (8.87%), peroxide value (7.30 meq. O_2/kg), thiobarbituric acid-reactive substances (0.1 mg of malondialdehyde in kg), and total volatile basic nitrogen (2.87 mg/100 g) was within the permitted ranges. Also, pH of vegetable soup (7.57) was lower than fish soup (7.82). Water activity was lower than 0.5 in both types of soup samples during storage. The amount of ΔE in fish soup was changed from 1.21 at the begging of the experiment to 2.83 after 120 days. The results showed that fish soup is a good source of high unsaturated fatty acids, and their amounts were decreased during the

storage time, especially eicosapentaenoic acid and dicosas hexanoic acid were decreased to 2.01% and 4.14%, respectively.

Conclusion: The results of this study showed that the use of 50% of dried beluga sturgeon fish meat in the instant soup formulation received the highest sensory evaluation points compared to other formulas and was selected as the best formula. Study of changes in chemical indices showed that all the measured factors were in the allowed range after 4 months of storage under ambition condition. Also, water activity was lower than the critical level for the growth and activity of spoilage microorganisms. Increasing in the storage time led to a decrease in water holding capacity and whiteness of the fish soup. In addition, unsaturated fatty acids including oleic acid, linoleic acid, and linolenic acid were more susceptible to oxidation during storage, and decreased over the shelf-life. Therefore, fish soup with high protein content (55% in dry weight) and high unsaturated fatty acids has a high nutritional value and can provide an enriched instant soup with a high nutritional value and appropriate shelf life up to four months.

Key words: Beluga sturgeon, Physicochemical properties, Shelf-life, Soup