



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد سوم، شماره اول، بهار ۱۳۹۳
<http://japu.gau.ac.ir>

تأثیر تیمارهای مختلف حرارتی طی فرآیند کنسروسازی بر میزان برخی عناصر معدنی (آهن، روی، مس، کلسیم و سدیم) ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*)

* محمود ناصری^۱، مسعود رضایی^۲، یزدان مرادی^۳ و اعظم افشارنادری^۴

استادیار بخش مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه شیراز، دانشیار گروه شیلات، دانشگاه تربیت مدرس، نور،
دانشیار، موسسه تحقیقات شیلات ایران. پیکان شهر،^۴ کارشناس آزمایشگاه بیوشیمی پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس
تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۹/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۱۴

چکیده

در این پژوهش تأثیر پخت مقدماتی (پخت با بخار اشباع، مایکروویو و فر) و سترون‌سازی (۱۱۵، ۱۲۰ و ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد با ارزش سترون‌سازی برابر) بر میزان عناصر آهن، روی، مس، کلسیم و سدیم ماهی کپور نقره‌ای طی فرآیند کنسروسازی مطالعه شد. نتایج اندازه‌گیری عناصر مورد بررسی در ماهی خام و پخته شده برای مس در دامنه ۳/۰۵ تا ۴/۱۹، روی ۷۱/۴۵ تا ۸۲/۸۵، آهن ۳۲/۱۸ تا ۴۰/۷۰، سدیم ۴۲۵/۶ تا ۵۲۹/۴۶ و کلسیم ۳۱۵/۵ تا ۵۳۴/۷۶ پی‌پی‌ام بود. نتایج نشان داد تیمارهای مختلف پخت مقدماتی تأثیر معنی‌داری بر مقادیر عناصر مس، روی، کلسیم و سدیم نداشت. پس از مقایسه روش‌های مختلف پخت مقدماتی، پخت با بخار به‌عنوان بهترین روش جهت حفظ عناصر معدنی شناخته شد. در مرحله نهایی، با استفاده از دو نوع محیط پرکننده کنسروهایی تحت سه دمای مختلف (۱۱۵، ۱۲۰ و ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد) با ارزش سترون‌سازی برابر (۷ دقیقه) عمل‌آوری شد. نتایج نشان داد میزان سدیم پس از عملیات کنسروسازی افزایش یافت. در تمامی تیمارها مقادیر سایر عناصر بصورت ناهمگن تغییر یافت. استفاده از رژیم‌های حرارتی ۱۲۰ و ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد موجب حصول شرایط بهتر در زمینه حفظ عناصر معدنی شد. بر پایه نتایج این پژوهش، استفاده از رژیم حرارتی ۱۱۵ درجه سانتی‌گراد برای تولید کنسرو ماهی کپور نقره‌ای توصیه نمی‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پخت مقدماتی، تیمار حرارتی، سترون‌سازی، کپور نقره‌ای، عناصر معدنی

*مسئول مکاتبه: mahmoodnaseri@gmail.com

مقدمه

ماهیان به دلیل دارا بودن پروتئین‌های با ارزش، مقدار کم چربی‌های اشباع و کلسترول، مقادیر قابل ملاحظه ویتامین و انواع مختلف مواد معدنی با قابلیت جذب بالا، اهمیت بسیار زیادی در رژیم غذایی انسان دارند.

با توجه به فسادپذیری خاص ماهی و سرعت تغییرات کیفی در اختصاصات خوراکی آن، بی‌شک مهمترین موضوع در عرضه محصولات دریایی جلوگیری از بروز این تغییرات یا کاهش سرعت آن است. تکنیک‌های متفاوتی جهت حفظ کیفیت و نگهداری طولانی مدت ماهی به کار گرفته می‌شود که یکی از مهمترین این تکنیک‌ها، کنسرو نمودن ماهی است (آبرگ، ۲۰۰۱).

در فرآیند کنسروسازی اعمال حرارت طی دو مرحله (پخت مقدماتی و سترون سازی) موجب حذف فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی می‌شود. مطالعات میکروبیولوژیک نشان داده است انهدام میکروارگانیسم‌ها تابع دما بوده و با افزایش آن تسریع می‌گردد (آبرگ، ۲۰۰۱). از همین رو تغییر در شرایط تیمار حرارتی (دمایی - زمانی) موجب کاهش و یا افزایش مدت زمان فرآیند سترون‌سازی می‌گردد (آبرگ و همکاران، ۱۹۹۷b). تغییر رژیم حرارتی به دلایل متعددی از جمله کاهش مدت زمان عمل آوری (سیدلر و برونفسکی، ۱۹۸۷)، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، حفظ مواد مغذی و مهار روند کاهش کیفیت در اثر نگهداری مواد خام (گارسیا-آریاس و همکاران، ۲۰۰۴؛ پرزمارتین و همکاران، ۱۹۸۸؛ تاناکا و کیمورا، ۱۹۸۸) مورد توجه قرار دارد.

تغییر در کیفیت تغذیه‌ای بافت طی فرآیند سترون‌سازی در مقایسه با واکنش‌های مشابه که در درجه حرارت اتاق انجام می‌گیرد بسیار شدیدتر است (آبرگ، ۲۰۰۱). از آنجا که حرارت بالا منجر به تغییر ماهیت شیمیایی مواد اولیه می‌گردد، جهت حفظ ترکیبات مغذی، محدودیت‌هایی وجود دارد. این محدودیت‌ها بسته به شرایط عمل‌آوری و نوع گونه متفاوت است. بنابراین مطالعه در زمینه حفظ ترکیبات مغذی گونه‌های مختلف لازم و ضروری است.

عناصر معدنی دسته‌ای از ترکیبات مغذی و غیر انرژی‌زا هستند که برای رشد، تولید مثل و پایداری فعالیت‌های طبیعی بدن لازم می‌باشند. عناصر معدنی فاقد پیوندهای شیمیایی بوده و مکانیسم کاهش یا افزایش آنها در محصولات عمل‌آوری شده متفاوت از سایر ترکیبات مغذی به‌خصوص چربی و پروتئین است (ژانگ و هاموزو، ۲۰۰۴). مواد معدنی تقریباً ۰/۵ تا ۱/۵ درصد وزن قسمت خوراکی ماهی را شامل می‌گردد. قابلیت جذب بالای عناصر معدنی موجود در غذاهای دریایی، آنها را به‌عنوان

یکی از منابع مهم تامین این ترکیبات مطرح ساخته است. این عناصر به ویژه کلسیم، آهن، روی و مس نقش مثبتی در رشد و نمو طبیعی بدن، عملکرد سیستم‌های قلبی عروقی، ایمنی و پیشگیری از برخی بیماری‌های انسانی ایفاء می‌نمایند (رفیق و همکاران، ۲۰۰۹).

گزارش‌های بسیاری در رابطه با دگرگونی ترکیبات مغذی و ناپایدار بافت (مثل چربی، ویتامین و پروتئین) طی فرآیند کنسروسازی وجود دارد (آبرگ، ۲۰۰۱). اما مطالعه تغییر عناصر معدنی طی این پروسه کمتر مورد توجه قرار گرفته است. نتایج برخی پژوهش‌های پیشین بیانگر تاثیر فرآیند پخت مقدماتی بر مقادیر عناصر معدنی است (سیت و برون، ۱۹۸۳). در حالی که در پژوهش‌های دیگر نتایج متفاوتی گزارش شده است (آکورت، ۱۹۹۱؛ گال و همکاران، ۱۹۸۳؛ استینر و همکاران، ۱۹۹۱). برخی مطالعات نشان داده‌اند که در سترون‌سازی و پروسه تولید کنسرو امکان تغییر در میزان عناصر معدنی برخی گونه‌های مورد استفاده وجود دارد (سیت و برون، ۱۹۸۳).

با توجه به وابستگی شدید کارخانجات کنسروسازی به صید ماهیان پر مصرف تجاری، صاحبان صنایع و سیاستگذاران بخش شیلات توجه خود را به استفاده از گونه‌های جدید، پرورشی و بعضاً کم‌مصرف معطوف ساخته‌اند (رودریگوز و همکاران، ۲۰۰۹). در این میان ماهی کپور نقره‌ای به عنوان یکی از ماهیان گرم آبی پرورشی با تولید بیش از چهار میلیون تن در دنیا (معادل مجموع ۷۰ درصد صید و پرورش تون ماهیان) و چهل هزار تن در ایران (فائو، ۲۰۰۷) و همچنین به واسطه قیمت مناسب و ارزش غذایی بالا، انتخاب مناسبی جهت تولید کنسرو است.

بی‌شک کیفیت هریک از فرآورده‌های ماهی ارتباط نزدیکی به نحوه عمل‌آوری آن دارد. از سوی دیگر اهمیت میزان عناصر معدنی ضروری بر کیفیت محصول نهایی به اثبات رسیده است (سیت و برون، ۱۹۸۳؛ دودک و همکاران، ۱۹۸۹). به دلیل ارزش تغذیه‌ای عناصر معدنی بافت ماهی کپور نقره‌ای و تغییرات احتمالی آن در فرآیند کنسروسازی، بررسی این ترکیبات همگام با اعمال تیمارهای مختلف حرارتی طی پروسه‌های پخت مقدماتی و سترون‌سازی، از اهداف عمده این پژوهش محسوب می‌گردد. با انجام این پژوهش علاوه برسنجش میزان عناصر معدنی (آهن، روی، مس، کلسیم و سدیم) ماهی کپور نقره‌ای، شرایط مناسب پخت و سترون‌سازی مورد بررسی قرار می‌گیرد. به منظور پرهیز از مشکلات احتمالی مربوط به استفاده از شیوه‌های نامناسب اعمال تیمارهای حرارتی، به نظر می‌رسد انجام این پژوهش جهت حفظ کیفیت و سلامت غذایی مثر ثمر باشد.

مواد و روش‌ها

تامین مواد خام: این پژوهش طی دو مرحله انجام گردید. طی مرحله اول سی کیلوگرم (۱۴ عدد ماهی با وزن ۲۳۰۰ تا ۳۱۰۰ گرم) ماهی کپور نقره‌ای پرورشی مزارع خوزستان بلافاصله پس از صید در جعبه‌های یونولیت حاوی یخ جای‌گذاری شد و به کمک وانت‌های مجهز به سردخانه (مخصوص حمل محصولات پروتئینی) به تهران منتقل گردید. دمای سردخانه وانت طی دوره حمل ۴ درجه سانتی‌گراد و فاصله زمانی صید تا رسیدن ماهی‌ها به محل فرآوری کمتر از ۲۴ ساعت بود. پس از انتقال ماهی کپور نقره‌ای به آزمایشگاه بیوشیمی دانشگاه تربیت مدرس، اندازه‌گیری عناصر معدنی آهن، روی، مس، سدیم و کلسیم در بافت ماهی خام انجام شد. سپس تیمارهای مدنظر جهت انجام فرآیند پخت مقدماتی اعمال شد. با مقایسه شاخص‌ها پس از اعمال تیمارهای مختلف پخت مقدماتی، شامل پخت با بخار اشباع، پخت در آون و مایکروفر، برترین روش به لحاظ حفظ کیفیت اولیه ماده خام گزینش شد.

در مرحله دوم، دویست و پنجاه کیلوگرم (۹۰ عدد ماهی با وزن ۲۳۰۰ تا ۳۰۰۰ گرم) ماهی کپور نقره‌ای به روش قبل تهیه شد. در این مرحله بصورت همزمان آزمایش‌های شیمیایی و پروسه تولید کنسرو در گارگاه کنسروسازی کارخانه اطعمه پارس (تیپو) انجام شد. در انتها جهت بررسی مقادیر عناصر معدنی در محصول، نمونه‌های تهیه شده به آزمایشگاه منتقل و پارامترهای مدنظر مورد سنجش قرار گرفت.

کنسروسازی

پخت مقدماتی: در مرحله اول به منظور بررسی اثر تیمار پخت مقدماتی بر عناصر معدنی ماهی کپور نقره‌ای، سه روش مختلف پخت با بخار اشباع، امواج مایکروویو و حرارت خشک اعمال گردید تا پس از انجام آزمایش‌های مدنظر، روشی که حداقل تخریب بر کیفیت ماده اولیه را اعمال می‌نماید، به عنوان روش پخت اصلی انتخاب شود. در هر سه روش، با جای‌گذاری یک سنسور حرارتی (پی‌تی ۱۰۰) در ناحیه نزدیک به استخوان پستی (مرکز فیله) مراحل افزایش دما تحت نظر قرار گرفت. پس از رسیدن دمای مرکز فیله به حرارت مدنظر (رسیدن دمای ناحیه نزدیک به استخوان پستی به ۶۵ درجه سانتی‌گراد)، عملیات پخت متوقف گردید.

جهت انجام پخت با بخار اشباع، ماهیان در ردیف‌های منظم از سر به دم در سینی‌های مشبک چیده شدند و با انتقال به اتوکلاوی با دمای ۱۰۳-۱۰۲ درجه سانتی‌گراد در مدت ۴۸ دقیقه عملیات

پخت انجام شد (آبرگ و مدینا، ۱۹۹۷a؛ فائو، ۱۹۸۸). همزمان برخی سینی‌ها جهت انجام پخت با حرارت خشک، به آونی با دمای ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد منتقل گردید. طی مدت ۶۰ دقیقه دمای مرکز فیله تا ۶۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و فرآیند پخت انجام شد (فریمن، ۱۹۹۹). جهت انجام پخت با امواج مایکروویو پس از انتقال نمونه‌ها به دستگاه مایکروفر (ال جی مدل سولار دام)، عملیات پخت با توان ۹۰۰ وات طی مدت زمان ۷ دقیقه منجر به افزایش دمای ناحیه نزدیک به استخوان پستی به دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد شد (دکاروئه، ۱۹۸۵؛ شلگل، ۱۹۹۲؛ هارلفینگر، ۱۹۹۲؛ آنجلا، ۲۰۰۳).

سترون سازی: پس از انتخاب روش پخت مقدماتی، دوبار با هماهنگی لازم، ماهی خام تامین و به کارخانه کنسروسازی منتقل گردید. ماهی‌ها در محل کارخانه پس از شستشو با آب کلرینه، بر نقاله‌های متحرکی قرار داده شدند تا پس از ورود به جایگاه مخصوص، عملیات سر و دم زنی به صورت اتوماتیک انجام شود. در نهایت ماهیان در راستای افقی به دو فیله تقسیم شدند. به دنبال آن شستشوی دوباره فیله‌ها با آب کلرینه انجام شد. عملیات پخت مقدماتی بر اساس روش انتخاب شده در مرحله اول آزمایش‌ها انجام گردید. پس از انجام فرآیند پخت مقدماتی، 160 ± 5 گرم عضله سفید ماهی پخته شده بصورت دستی درون قوطی‌های ۲۰۰ گرمی قرار داده شد. بعد از گرم نمودن محیط پرکننده به هر قوطی بصورت جداگانه ۳۴ میلی‌لیتر از محیط پرکننده به همراه ۲ گرم نمک اضافه گردید. در این پژوهش دو ماده پرکننده روغن زیتون و آب نمک بصورت جداگانه استفاده شد. در انتها پس از عبور قوطی‌های آماده شده از تونل بخار^۱، عملیات دربندی مضاعف بصورت اتوماتیک انجام شد.

در این پژوهش اعمال سترون‌سازی تجاری تحت سه شرایط متفاوت دمایی (۱۱۵ درجه سانتی‌گراد، ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد با ارزش سترون‌سازی برابر ۷ دقیقه ($F_0=7 \text{ min}$)) پیش‌بینی شده بود. در مرحله اول با نصب سنسور ترموکوپل (پی تی ۱۰۰) در نقطه سرد^۲ تعدادی از قوطی‌ها روند افزایش دما (در هر یک از تیمارها) به صورت دقیقه به دقیقه مونتور شد. متعاقباً ارزش کشندگی معادل فرآیندهای حرارتی محاسبه گردید (فائو، ۱۹۸۸). محاسبات دمایی نشان داد مجموع زمان حرارت‌دهی از مرحله ابتدا تا انتهای فرآیند - با احتساب و کسر مدت زمان افزایش دما^۳ و دوره سردسازی^۴ قوطی‌ها- در هر یک از تیمارها به ترتیب ۹۸، ۶۵ و ۳۵ دقیقه است.

- 1- Exhaust box
- 2- Cold Spot
- 3- Come up time
- 4- Cooling down

پس از محاسبه مدت زمان سترون‌سازی عملیات بارگیری اتوکلاوها بصورت همزمان انجام شد. سپس درب اتوکلاو بسته شد و فرآیند حرارتی مد نظر با استفاده از بخار اشباع اعمال گردید. نظارت بر کلیه مراحل افزایش دما با استفاده از تعدادی قوطی کنسرو که سنسور حرارتی در آنها تعبیه شده بود، انجام شد. پس از انجام فرآیند سترون‌سازی، جهت طی دوره قرنطینه، کنسروها به اداره کل آزمایشگاه‌های کنترل غذا و دارو انتقال یافتند. در انتهای دوره، آزمایش‌های شیمیایی و میکروبی بر بافت کنسرو شده انجام گردید.

آزمایش‌های شیمیایی

آنالیز میکروبی: جهت بررسی اطمینان از سترون بودن کنسروهای تولید شده در تیمارهای متفاوت حرارتی (۱۱۵ درجه سانتی‌گراد، ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد با ارزش سترون‌سازی برابر ۷ دقیقه)، از آزمون‌های تطابق یافته با روش‌های میکروبی موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی (شماره‌های ۲۳۲۶، ۳۱۳۹ و ۲۸۷۰) استفاده شد. بر اساس این استانداردها تعداد کل باکتری‌ها، انتروباکتریاسه، باکتری‌های گرمادوست و کلستریدیوم در ماهی خام، پخته و کنسرو شده مورد بررسی قرار گرفت.

اندازه‌گیری عناصر معدنی: برای تعیین میزان عناصر معدنی مس، آهن، روی، سدیم و کلسیم در ماهی خام، پخته و کنسرو شده، دستگاه جذب اتمی شیمادزو (Shimadzu AA-680) بکار رفت. جهت اندازه‌گیری عناصر مذکور از روش هضم اسیدی بر اساس وزن خشک^۱ به شرح زیر استفاده شد. بافت ماهی در آونی با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک و سپس برای تبدیل به حالت پودری در هاون سنگی کاملاً کوبیده شد (کلیه وسایل قبلاً با اسید نیتریک ۱۰ درصد شستشو داده شدند). در مرحله بعد از هر نمونه، مقدار یک گرم با ترازوی دیجیتال توزین و با اسید نیتریک و پرکلریک به نسبت حجمی ۱:۳ به مدت سه ساعت در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد عمل هضم تا مرحله ژله‌ای شدن، انجام گردید (برن هارد، ۱۹۷۶). نمونه‌ها پس از رقیق‌سازی با اسید نیتریک ۰/۴ درصد به حجم نهایی ۲۵ میلی‌لیتر رسیدند. پس از تزریق نمونه‌های استاندارد، دستگاه جهت تزریق نمونه‌های هضم شده آماده شد. پس از تزریق نمونه‌ها میزان جذب هر عنصر توسط دستگاه قرائت

1- Dry Weight

گردید و با اعمال ضریب رقت در عدد قرائت شده میزان هر عنصر بر اساس قسمت در میلیون (ppm) محاسبه شد. جهت برآورد صحت داده‌ها، با استفاده از پودر SRM¹ که حاوی مقادیر مشخص و استاندارد عناصر مد نظر بود دقت دستگاه و آنالیزهای انجام شده مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (۱۵) انجام شد. به منظور تجزیه و تحلیل مقادیر کمی بدست آمده از آزمایش‌های شیمیایی و میکروبی، پس از کنترل نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک (Shapiro-Wilk) و همگنی واریانس‌ها بوسیله آزمون لون (Leven) از تجزیه واریانس یک طرفه در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها در صورت همگنی واریانس‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (Duncan Multiple Range Tests) و در صورت عدم همگنی واریانس‌ها از آزمون دانت تی ۳ (Dannet T3) استفاده شد. پس از استاندارد کردن اطلاعات به کمک نرم افزار JMP ، با استفاده از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای به روش Ward آنالیز آماری چند متغیره انجام شد. لازم به ذکر است که حداقل تکرار جهت آزمایش‌های شیمیایی ۹ بار و در آزمون‌های میکروبی ۳ بار بود.

نتایج

نتایج آزمون دقت اندازه‌گیری: در پژوهش حاضر جهت بررسی دقت دستگاه جذب اتمی پس از انحلال پودر استاندارد (SRM) به روش اسیدی، تزریق نمونه‌های استاندارد مشابه با دیگر موارد انجام گردید. مقادیر ذکر شده عناصر مد نظر در نمونه استاندارد و مقادیر اندازه‌گیری شده توسط دستگاه جذب اتمی در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج این اندازه‌گیری میزان دقت دستگاه مورد استفاده در تمامی موارد بیش از ۹۲ درصد بود.

1- Standard reference material

بهره‌برداری و پرورش آبزیان (۳)، شماره (۱) بهار ۱۳۹۳

جدول ۱- میزان عناصر معدنی در پودر استاندارد (SRM) جهت بررسی دقت دستگاه جذب اتمی

شاخص	مقادیر ذکر شده (ppm)	مقادیر اندازه‌گیری شده (ppm)	دقت اندازه‌گیری (درصد)
مس	۳/۸	۳/۶۹±۰/۱۳	٪۹۷
روی	۴/۸	۴/۶۱±۰/۰۴	٪۹۶
آهن	۵/۲	۵/۱۸±۰/۰۷	٪۹۸
سدیم	۲/۸	۲/۶±۰/۱۸	٪۹۲
کلسیم	۴/۳	۴/۱۲±۰/۰۸	٪۹۵

نتایج آزمون میکروبی: تعداد باکتری‌های موجود در بافت ماهی کپور نقره‌ای (تعداد کل باکتری‌ها، انترباکتریاسه و گرما دوست) و تغییرات آن طی فرآیند پخت مقدماتی، در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس نتایج این پژوهش پس از فرآیند پخت، در بسیاری از تیمارها، جهت برآورد شاخص‌های میکروبی مورد نظر، کلونی خاصی مشاهده نشد.

جدول ۲- شاخص‌های میکروبی ماهی کپور نقره‌ای و تغییرات آن طی فرآیند پخت مقدماتی

شاخص میکروبی	ماهی خام	پخت با بخار	پخت در آون	پخت در مایکروفر
تعداد کل باکتری‌ها	۲±۰/۲ ^a	۰/۶±۰/۱ ^b	۰/۶±۰/۱ ^b	۰/۸±۰/۳ ^b
تعداد انترباکتریاسه	۱/۱±۰/۲	ND	ND	ND
تعداد باکتری‌های گرمادوست	۱±۰/۴	ND	ND	ND

اعداد بر حسب میانگین ± اشتباه معیار log cfu/g گزارش شده است. ND: یافت نشد. وجود حروف لاتین متفاوت در ردیف‌ها بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵٪ می‌باشد.

پس از عمل‌آوری محصول، تعداد کل باکتری‌ها، باکتری‌های انترباکتریاسه، گرما دوست و کلستریدیوم در کنسرو ماهی کپور نقره‌ای مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج این پژوهش (جدول ۳) پس از فرآیند سترون‌سازی، در هیچ‌یک از تیمارها، فعالیت باکتریایی مشاهده نگردید.

جدول ۳- شاخص‌های میکروبی طی فرآیند کنسروسازی تحت دمای ۱۱۵، ۱۲۰ و ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد

شاخص میکروبی	بافت کنسرو شده در رژیم ۱ (۹۸°C-۱۱۵)	بافت کنسرو شده در رژیم ۲ (۶۵°C-۱۲۰)	بافت کنسرو شده در رژیم ۳ (۳۵°C-۱۳۰)
کل باکتری‌ها	ND	ND	ND
انتروباکتریاسه	ND	ND	ND
باکتری‌های گرمادوست	ND	ND	ND
کلستریدیوم	ND	ND	ND

ND: یافت نشد.

نتایج اندازه‌گیری عناصر معدنی

مرحله اول: اندازه‌گیری عناصر معدنی در ماهی خام و روش‌های مختلف پخت مقدماتی: میزان عناصر معدنی آهن، روی، مس، سدیم و کلسیم بافت ماهی کپور نقره‌ای و تغییرات آن طی فرآیند پخت مقدماتی در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج اندازه‌گیری عناصر مورد بررسی در ماهی خام و پخته شده برای مس در دامنه ۳/۰۵ تا ۴/۱۹، روی ۷۱/۴۵ تا ۸۲/۸۵، آهن ۳۲/۱۸ تا ۴۰/۷۰، سدیم ۴۲۵/۶ تا ۵۲۹/۴۶ و کلسیم ۳۱۵/۵ تا ۵۳۴/۷۶ پی پی ام بود. بر پایه این نتایج به لحاظ کمی، کلسیم بیشترین مقدار و به دنبال آن به ترتیب میزان سدیم، روی، آهن و مس در مراتب بعدی قرار داشتند. به استثناء عنصر آهن، تیمارهای مختلف پخت تاثیر معنی‌داری بر محتوای عناصر معدنی بافت ماهی کپور نقره‌ای نداشتند. نتایج نشان داد پس از فرآیند پخت با میکروویو میزان آهن افزایش یافت در حالیکه سایر روش‌ها تاثیر معنی‌داری بر محتوای این عنصر نداشتند.

جدول ۴- تغییرات عناصر معدنی ماهی کپور نقره‌ای طی فرآیند پخت مقدماتی

شاخص	ماهی خام	پخت با بخار	پخت در آون	پخت در مایکروفر
مس	۳/۲۱±۰/۵۳ ^a	۳/۹۹±۰/۰۵ ^a	۴/۱۹±۱/۶۵ ^a	۳/۰۵±۰/۳۳ ^a
روی	۸۲/۸۵±۴۶/۳۷ ^a	۸۲/۶۴±۴۲/۴۶ ^a	۷۱/۴۵±۳۱/۷۳ ^a	۷۶/۹±۲۷/۲۴ ^a
آهن	۳۲/۵۵±۲/۲۶ ^b	۳۲/۱۸±۱/۶۷ ^b	۳۵/۴۶±۴/۴۳ ^{ab}	۴۰/۷۰±۴/۹۲ ^a
سدیم	۵۲۸/۸±۲۲۱/۸ ^a	۵۲۹/۴۶±۱۲۳/۹ ^a	۴۶۰/۸±۴۴/۰۵ ^a	۴۲۵/۶±۵۰/۷ ^a
کلسیم	۵۳۴/۷۶±۲۲۱/۰۶ ^a	۴۵۹/۸۵±۳۲۹/۹ ^a	۳۶۹/۶۶±۹۲/۱۳ ^a	۳۱۵/۵±۸۰/۲۱ ^a

وجود حروف لاتین متفاوت در ردیف‌ها بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵٪ می‌باشد.

اعداد ذکر شده بر اساس قسمت در میلیون (ppm) گزارش شده است.

نتایج آزمایش دوم: تاثیر رژیم‌های متفاوت حرارتی بر میزان عناصر معدنی کنسرو: مقادیر عناصر معدنی بافت ماهی کپور نقره‌ای و تغییرات آن طی فرآیند کنسروسازی با اعمال رژیم‌های متفاوت سترون‌سازی در جدول‌های ۵ و ۶ نشان داده شده است. بر پایه نتایج جدول ۵ (کنسروهای حاوی روغن زیتون) به استثناء عنصر کلسیم، مقادیر سایر عناصر معدنی (آهن، مس، سدیم و روی) تحت اعمال تیمارهای متفاوت سترون‌سازی دستخوش تغییر گردید. نتایج اندازه‌گیری نشان داد میزان عنصر مس در دامنه ۰/۶۲ تا ۵/۰۱ پی پی ام بود. در قیاس با ماهی خام میزان این عنصر در رژیم حرارتی ۱ کاهش و پس از اعمال رژیم حرارتی ۲ و ۳ افزایش یافت. دامنه تغییرات آهن در این پژوهش ۴۷/۲۶ تا ۲۵/۸ پی پی ام بود. میزان آهن بافت ماهی کپور نقره‌ای پس از اعمال رژیم‌های حرارتی ۳ افزایش یافت در حالی که اعمال رژیم‌های ۱ و ۲ باعث ایجاد اختلاف معنی‌داری با ماده خام نشد. نتایج اندازه‌گیری آهن نشان داد حداکثر میزان این عنصر در کنسرو سترون شده در رژیم حرارتی ۳ و کمترین میزان آهن در کنسرو تهیه شده در رژیم حرارتی ۱ وجود دارد. مقادیر سدیم بافت ماهی پس از فرآیند کنسروسازی به شکل معنی‌داری افزایش یافت و بیشترین مقدار آن در رژیم حرارتی ۲ اندازه‌گیری شد.

جدول ۵- مقادیر عناصر معدنی کنسرو ماهی کپور نقره‌ای با پرکننده روغن زیتون تحت اعمال رژیم‌های متفاوت حرارتی

عنصر	ماهی خام	بافت کنسرو شده در رژیم ۱ (۹۸-۱۱۵°C)	بافت کنسرو شده در رژیم ۲ (۶۵-۱۲۰°C)	بافت کنسرو شده در رژیم ۳ (۳۵-۱۳۰°C)
مس	۳/۱۶±۰/۱۱ ^b	۰/۶۲±۰/۳۰ ^c	۴/۷۵±۰/۳۰ ^a	۵/۰۱±۰/۲۰ ^a
روی	۷۹/۹۱±۴/۱۷ ^a	۴۵/۲±۱۴/۳۴ ^b	۲۶/۸۶±۶/۴۴ ^b	۳۲/۸۵±۱۳/۸۷ ^b
آهن	۳۱/۱۲±۳/۱۱ ^{bc}	۲۵/۸±۲/۸۳ ^c	۳۴/۶۷±۲/۷۲ ^b	۴۷/۲۶±۶/۷۸ ^a
کلسیم	۵۳۲/۴±۲۱۸/۸ ^a	۳۳۳/۳±۳۷۹/۱ ^a	۷۶۶/۶±۵۵۱/۵ ^a	۴۳/۷۵±۴۸/۹ ^a
سدیم	۵۳۹/۵۵±۲۱۲/۸ ^c	۲۷۹۶/۶±۱۴۶/۶ ^a	۱۹۴۴±۱۸۷/۴ ^b	۱۹۴۴/۸±۲۶۷/۶ ^b

وجود حروف لاتین متفاوت در ردیف‌ها بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد می‌باشد. اعداد ذکر شده بر اساس قسمت در میلیون (ppm) گزارش شده است.

اندازه‌گیری عناصر معدنی کنسرو حاوی آب نمک تحت اعمال رژیم‌های مختلف حرارتی در جدول ۶ ذکر شده است. بر پایه این نتایج مشخص گردید به استثنا عنصر روی و کلسیم، مقادیر سایر عناصر معدنی (آهن، مس) تحت اعمال تیمارهای متفاوت سترون‌سازی دستخوش تغییر گردید. نتایج اندازه‌گیری نشان داد میزان عنصر مس در دامنه ۱/۱۴ تا ۴/۹۹ پی‌پی‌ام بود. در قیاس با ماهی خام میزان این عنصر نیز اختلاف معنی‌داری نداشت اما با مقایسه میزان عناصر بین رژیم‌های مختلف مشخص گردید کنسرو تولید شده تحت اعمال رژیم حرارتی ۲ بیشترین میزان را داراست. در حالی‌که میزان آهن کنسروهای تولید شده تحت اعمال رژیم‌های حرارتی ۱ و ۳ اختلاف معنی‌داری نداشت. دامنه تغییرات آهن در این بخش ۵۸/۵ تا ۳۱/۱۲ پی پی ام بود. میزان آهن بافت ماهی کپور نقره‌ای پس از اعمال رژیم‌های حرارتی ۲ افزایش معنی‌داری داشت. دامنه تغییرات سدیم بین ۵۳۹/۵ تا ۳۵۶۰/۸ پی‌پی‌ام بود. میزان سدیم پس از کنسروسازی افزایش یافت. حد بیشینه سدیم در کنسروهای رژیم ۱ و ۳ مشاهده شد.

جدول ۶- مقادیر عناصر معدنی کنسرو ماهی کپور نقره‌ای با پرکننده آب نمک تحت اعمال رژیم‌های متفاوت حرارتی

عنصر	ماهی خام	بافت کنسرو شده در رژیم ۱ (۹۸-۱۱۵°C)	بافت کنسرو شده در رژیم ۲ (۶۵-۱۲۰°C)	بافت کنسرو شده در رژیم ۳ (۳۵-۱۳۰°C)
مس	۳/۱۶±۰/۱۱ ^{ab}	۱/۱۴±۰/۲۲ ^b	۴/۹۹±۱/۷۱ ^a	۱/۹۹±۱/۸۵ ^b
روی	۷۹/۹۱±۴۱/۱۷ ^a	۶۱/۸۵±۲۷/۹۷ ^a	۳۵/۱۲±۱۳/۶۱ ^a	۴۱/۳۹±۶/۳ ^a
آهن	۳۱/۱۲±۳/۱۱ ^b	۳۲/۲۸±۲/۵۸ ^b	۵۸/۵۴±۱/۶۰ ^a	۳۶/۱۶±۱/۷۹ ^b
کلسیم	۵۳۲/۴±۲۱۸/۸ ^a	۳۴۳/۱±۳۳۷/۳ ^a	۶۶۷/۹±۴۳۲/۱ ^a	۵۶۷/۹±۲۰۲/۳ ^a
سدیم	۵۳۹/۵±۲۱۲/۸ ^c	۲۷۹۵/۵±۱۰۹/۵ ^a	۱۸۴۰/۲±۱۵۴/۲ ^b	۳۵۶۰/۸±۹۲۲/۵ ^a

حروف a, b, c بیانگر اختلاف معنی‌دار بین ردیف (تیمارهای مختلف سترون‌سازی) در سطح ۵ درصد است.

اعداد ذکر شده بر اساس قسمت در میلیون (ppm) گزارش شده است.

بحث

شاخص‌های میکروبی: نتایج مطالعات متعدد نشان داد که فلور میکروبی جداسازی شده از غذاهای دریایی متفاوت است (جلمن و همکاران، ۲۰۰۱؛ ساوایدیس و همکاران، ۲۰۰۲). نوع و میزان فلور میکروبی در هر مطالعه بسته به گونه ماهی و محیط زندگی آبی، شرایط اقلیمی، نحوه صید، نوع

محصول فرآوری شده، دما و نحوه نگهداری متفاوت است (جلمن و همکاران، ۲۰۰۱). بار میکروبی اولیه ماهیان آب شیرین بسته به دما و وضعیت آب تغییر می‌کند. محققین تعداد کل باکتری‌ها (Total Count) پس از صید در بافت ماهیان آب شیرین (تیلاپیا، باس راه راه، قزل‌آلای رنگین کمان، سوف نقره‌ای) را بین $2-6 \log_{cfu}/g$ گزارش نمودند (جلمن و همکاران، ۲۰۰۱؛ ساوانیچ و همکاران، ۲۰۰۰). میزان TC ابتدایی در این مطالعه $2 \log_{cfu}/g$ بود که نشان‌دهنده کیفیت بالای ماهی تهیه شده می‌باشد. این میزان قابل قیاس با TC ابتدایی در مطالعات انجام شده توسط گنزالس (۱۹۹۹) بر ماهی قزل‌آلای رنگین کمان پرورشی و قزل‌آلای قهوه‌ای، چیتیری و همکاران (۲۰۰۴) در فیله قزل‌آلای رنگین کمان ($2-3 \log_{cfu}/g$) بود.

اعمال تیمار پخت بر ماهی خام موجب شد میزان کل باکتری‌ها به شکل معنی‌داری کاهش یابد اما اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. مطالعات میکروبیولوژیک نشان داده است که انهدم میکروارگانیسم‌ها همزمان با افزایش دما به بیش از ۶۰ درجه سانتی‌گراد آغاز شده و با افزایش آن تسریع می‌گردد (لاکسمنان، ۲۰۰۰). در این پژوهش اعمال روش‌های بهینه حمل با به تعویق انداختن روند خروج بافت از جمود نعشی باعث شد تا بار اولیه میکروبی ماهی خام در پایین‌ترین حد ممکن باشد. اعمال حرارت پخت بر این محیط (بافت ماهی) به شکل مضاعفی تعداد کل باکتری‌ها را کاهش داد. به نظر می‌رسد شیوه اعمال حرارت هنگامی که بار میکروبی در حد پایینی قرار دارد، تاثیر معنی‌داری بر روند کاهش بار باکتریایی ندارد.

مهمترین امر طی فرآیند کنسروسازی اطمینان از حذف فرم فعال و اسپور میکروب‌ها در محصول نهایی است. با عنایت به اهمیت نابودی اسپور در ماده غذایی، این امر ممکن است سبب حرارت دیدن اضافی ماده غذایی شود. بنابراین طراحی پروسه حرارتی به‌صورتی که حداقل حرارت مورد نیاز سترون‌سازی تامین و کیفیت مطلوب در محصول نهایی حاصل گردد، لازم و ضروری است. از سوی دیگر عدم کفایت فرآیند دمایی، باعث فعالیت میکروارگانیسم‌های نامطلوب می‌شود. برای کنترل فرآیند سترون‌سازی یک دوره قرنطینه در نظر گرفته شده، سپس مطالعات میکروبی بر محصول انجام می‌گردد. همانطور که قبلاً گفته شد، در این پژوهش از آزمون‌های میکروبی تطابق یافته با آزمون‌های موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی به شماره‌های ۲۳۲۶، ۳۱۳۹ و ۲۸۷۰ استفاده شد. نتایج نشان داد در هیچ‌یک از تیمارهای اعمال شده فعالیت میکروبی به‌خصوص فعالیت کلوستریدیوم‌ها مشاهده نشد. این امر کارایی رژیم‌های محاسبه شده در امر سترون‌سازی کنسرو ماهی کپور نقره‌ای را تایید نمود.

عناصر معدنی:

ماهی خام: گوشت ماهی علاوه بر پروتئین‌های با ارزش و چربی‌های غیراشباع، حاوی مقادیر قابل ملاحظه‌ای مواد معدنی مورد نیاز بوده از همین‌رو اهمیت بسیار زیادی در رژیم غذایی انسان دارد (مارتینز- والورد و همکاران، ۲۰۰۰). میزان عناصر معدنی به عوامل مختلفی از جمله نوع گونه، جنس، چرخه زیستی و بافت مورد مطالعه وابسته است (پرز- مارتین، ۱۹۸۶)، فاکتورهای اکولوژیک مثل فصل، محل رشد، دسترسی به ریز مغذی‌ها، دما و شوری آب نیز از عوامل موثر بر میزان عناصر محسوب می‌گردند (مارتینز- والورد و همکاران، ۲۰۰۰).

نتایج این پژوهش نشان داد میزان کلسیم و سدیم در ماهی کپور نقره‌ای به ترتیب ۵۳۴ و ۵۳۸ پی‌پی‌ام است اعداد مذکور در رنج اعلام شده سایر محققین می‌باشد (کیتزمن و همکاران، ۱۹۶۹؛ لال، ۱۹۹۵؛ گوگلو و همکاران، ۲۰۰۴). میزان مس روی و آهن نیز به ترتیب ۳/۲، ۸۲/۸ و ۳۲/۵ پی‌پی‌ام اندازه‌گیری شد نتایج مشابهی در مورد سایر ماهیان در این زمینه گزارش گردید (ویتون و لاوسون، ۱۹۸۵؛ دیاز و همکاران، ۲۰۰۳؛ گوگلو و همکاران، ۲۰۰۴؛ روزا و همکاران، ۲۰۰۷).

مقادیر آهن اندازه‌گیری شده در بافت ماهی کپور نقره‌ای (۳۲/۵ mg/kg) به شکل معنی‌داری بیش از باس دریایی (۲۴/۲ mg/kg) و ماهی بلیکر (۶/۴ mg/kg) گزارش شده توسط شانگ-گویی و همکاران (۲۰۰۴) می‌باشد. نتایج پژوهش‌های ترهان و التون کایانک (۲۰۰۴) بیانگر وجود مقادیر بالاتر آهن در ماهی آنچوی نسبت به ماهی کپور نقره‌ای است. اختلافات بین گونه‌ای بعنوان یکی از مهمترین دلایل تفاوت میزان عناصر معدنی ذکر شده است (دشتی و همکاران، ۲۰۰۴؛ گوگلو و همکاران، ۲۰۰۴).

در مطالعه ایکم و اگیور (۲۰۰۵)، میزان روی در کنسرو ماهی سالمون صورتی ۰/۲۶-۳/۴۷ mg/kg، سالمون قرمز ۴/۶۵-۳/۰۶ mg/kg، تون ۰/۱۴-۹/۸۷mg/kg، ماکرل ۳/۰۱-۱۰/۹۹ mg/kg، ساردین ۶/۰۷-۲۰/۶۳mg/kg و هرینگ ۶/۸۸-۹۷/۷۹ mg/kg گزارش گردید. میزان روی موجود در بافت ماهی کپور نقره‌ای (۸۲/۸۵ mg/kg) در قیاس با این گزارش و سایر گزارشات (اوربان و همکاران، ۲۰۰۰؛ تاهونن و همکاران، ۲۰۰۰؛ جونگ و همکاران، ۲۰۰۵) جالب توجه است.

وجود کلسیم جهت رشد، بازسازی و فعالیت استخوان و ساختار اسکلت بدن ضروری است. نیاز به این عنصر بخصوص در دوران کودکی و سنین رشد، جهت جلوگیری از ملاست و نرمی استخوان دو چندان است. در این پژوهش مقادیر کلسیم اندازه‌گیری شده ماهی کپور نقره‌ای (۵۳۴/۷۶ mg/kg)

به شکل معنی‌داری بیش از مقادیر گزارش شده در باس و سیم دریایی (به ترتیب 230 mg/kg و $158-44 \text{ mg/kg}$) (اوربان و همکاران، ۲۰۰۰)، هرینگ بالتیک (177 mg/kg) و بلیکر (177 mg/kg) شانگ-گویی و همکاران (۲۰۰۴) است.

بالا بودن میزان کلسیم در مقایسه با برخی گونه‌ها (کفشک، هک و هک کوچک) (ماتینز- والورد و همکاران، ۲۰۰۰) احتمالاً بدلیل وجود استخوان‌های ریز فراوان در بافت این ماهی است. نتایج و توجیه مشابه‌ای توسط استینر و همکاران (۱۹۹۱) با بررسی و مقایسه مقادیر کلسیم برخی ماهیان آب شیرین و شور گزارش شده است.

میزان سدیم موجود در بافت ماهی کپور نقره‌ای 528 mg/kg می‌باشد. این مقدار به شکل معنی‌داری کمتر از سدیم موجود در بافت باس دریایی 773 mg/kg (ارکان و اوزدن، ۲۰۰۰)، بالتیک هرینگ $802-452 \text{ mg/kg}$ (اوربان و همکاران، ۲۰۰۰)، وایتلینگ آبی 1320 mg/kg ، خرچنگ 2668 mg/kg و ماهی هوکی 6200 mg/kg است (مارتینز- والورد و همکاران، ۲۰۰۰؛ گوگلو و همکاران، ۲۰۰۴؛ دشتی و همکاران، ۲۰۰۴).

تاثیر روش‌های مختلف پخت مقدماتی: اندازه‌گیری عناصر معدنی به‌عنوان یکی از ترکیبات مغذی ماهی و محصول کنسرو شده در مورد توجه قرار گرفته است (اوربان و همکاران، ۲۰۰۰؛ گوگلو و یرلیکایا، ۲۰۰۳؛ گوگلو و همکاران، ۲۰۰۴؛ ارکان و اوزدن، ۲۰۰۷). نتایج بدست آمده در این پژوهش با تاکید بر ارزش تغذیه‌ای عناصر مذکور تاثیر اعمال فرآیند پخت مقدماتی (بخار اشباع، آون و مایکروفر) بر میزان عناصر معدنی روی، مس، کلسیم، سدیم بافت ماهی کپور نقره‌ای را معنی‌دار ندانست. در تعدادی از مطالعات پیشین نیز تاثیر فرآیند پخت بر مقادیر عناصر معدنی ناچیز و اندک گزارش گردیده است (استینر و همکاران، ۱۹۹۱؛ آکورت، ۱۹۹۱).

نتایج این پژوهش بیانگر افزایش مقادیر آهن پس از فرآیند پخت با مایکروویو بود. نتایج مشابهی توسط گوگلو و همکاران (۲۰۰۴) و روزا و همکاران (۲۰۰۷) پس از پخت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و گربه ماهی آفریقایی گزارش شده است. افزایش مقادیر آهن در مطالعه دودک و همکاران (۱۹۸۹) پس از عملیات پخت مقدماتی با بخار اشباع، نیز گزارش گردیده است. از آنجا که عناصر معدنی فاقد پیوند شیمیایی هستند، تاثیر مستقیم حرارت نمی‌تواند موجب کاهش میزان این عناصر گردد (ژانگ و هاموزو، ۲۰۰۴). هر چند پس از فرآیند پخت، خروج آب، چربی یا دیگر ترکیبات موجود در بافت همراه با عناصر معدنی ممکن است باعث کاهش میزان این ترکیبات شود (سیت و

برون، ۱۹۸۳). اما مکانیسم اثبات شده‌ای که بتوانند افزایش میزان این عناصر را توجیه نماید نیز گزارش نشده است. اختلاف فردی نمونه‌ها محتمل‌ترین دلیل افزایش مقادیر برخی عناصر معدنی است.

نتایج این پژوهش نشان داد هر سه تیمار پخت مقدماتی باعث ایجاد تغییراتی در مقادیر عناصر معدنی گردید. هر چند این تغییرات به لحاظ آماری معنی‌دار نبود. پس از استاندارد کردن اطلاعات کمی بدست آمده به کمک نرم‌افزار JMP آنالیز آماری چند متغیره انجام شد. با استفاده از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای با روش Ward مشخص شد که از نظر ویژگی‌های کیفی، ماهی خام و بافت پخته شده در بخار اشباع بیشترین شباهت را داشته‌اند و در یک دسته قرار گرفته‌اند (شکل ۱). با عنایت به ثبات ویژگی‌ها پس از اعمال پخت با بخار اشباع، این شیوه بعنوان برترین روش پخت مقدماتی ماهی کپور نقره‌ای انتخاب گردید و در مراحل بعدی این پژوهش از آن بهره‌برداری شد.

تاثیر تیمارهای حرارتی سترون‌سازی: تفاوت در ترکیبات مغذی کنسرو به عواملی نظیر نوع گونه (آبرگ، ۲۰۰۱) روش پخت (فریمن، ۱۹۹۹)، رژیم حرارتی سترون‌سازی (آبرگ و همکاران، ۱۹۹۷؛ گارسیا-آریاس و همکاران، ۲۰۰۴)، مدت زمان نگهداری ماهی پیش از تولید کنسرو (آبرگ و همکاران، ۱۹۹۷b؛ رودریگوز و همکاران، ۲۰۰۹) و طول دوره نگهداری کنسرو (آبرگ، ۱۹۹۸؛ گارسیا-آریاس، ۲۰۰۴) وابسته است.

تغییر شرایط تیمار حرارتی (دمایی- زمانی) طی فرآیند سترون‌سازی موجب کاهش مدت زمان عمل آوری (سیدلر و برونفسکی، ۱۹۸۷)، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، حفظ مواد مغذی و مهار روند کاهش کیفیت در اثر نگهداری اولیه مواد خام (تاناکا و کیمورا، ۱۹۸۸؛ پرزمارتین و همکاران، ۱۹۸۸؛ گارسیا-آریاس و همکاران، ۲۰۰۴) می‌گردد. در این میان همگام با استفاده از حرارت، تغییر ماهیت شیمیایی مواد اولیه احتمالاً موجب کاهش ارزش غذایی در محصول نهایی می‌گردد. مواد معدنی ترکیباتی ضروری برای انجام فعل و انفعالات شیمیایی سلول هستند. اگرچه این ترکیبات حامل انرژی نمی‌باشند اما وجود مقادیر اندک آنها حیاتی و حفظ آنها در محصول نهایی ضروری است (روزا و همکاران، ۲۰۰۷).

بر پایه نتایج حاصل از این پژوهش به استثنا عنصر کلسیم، مقادیر سایر عناصر معدنی (آهن، مس، سدیم و روی) تحت اعمال تیمارهای متفاوت سترون‌سازی در کنسرو حاوی روغن زیتون دستخوش تغییر گردید. نتایج نشان داد، میزان روی پس از فرآیند کنسروسازی کاهش یافت. هر چند اختلاف

معنی‌داری ناشی از اعمال رژیم‌های متفاوت حرارتی بر مقدار این عنصر مشاهده نشد. در مطالعه سیت و براون (۱۹۸۳) خروج عناصر معدنی از بافت و انتقال به محیط پرکننده کنسرو، بعنوان مهمترین دلیل کاهش عناصر ذکر شده است.

نتایج نشان داد میزان مس و آهن نمونه‌های سترون شده در رژیم حرارتی ۱ ($98^{\circ}\text{C}-115^{\circ}\text{C}$) به شکل معنی‌داری کمتر از رژیم‌های ۲ ($65^{\circ}\text{C}-120^{\circ}\text{C}$) و ۳ ($35^{\circ}\text{C}-130^{\circ}\text{C}$) است. این امر می‌تواند ناشی از مدت زمان بیشتر عمل آوری (۹۸ دقیقه) در این تیمار نسبت به سایر تیمارها باشد. در هر صورت استفاده از رژیم حرارتی ۱۱۵ درجه سانتی‌گراد کیفیت پایین‌تری را حاصل نمود. بر پایه نتایج این پژوهش میزان مس و آهن در کنسروهای رژیم ۳ ($35^{\circ}\text{C}-130^{\circ}\text{C}$) افزایش یافت. در برخی مطالعات مشابه با این امر، افزایش مقادیر عناصر پس از فرآیند کنسروسازی گزارش گردیده است (دودک و همکاران، ۱۹۸۹). در پژوهش رفیق و همکاران (۲۰۰۹)، اثرات دما، پی‌اچ و مدت زمان نگهداری محصول کنسرو شده بر مقادیر عناصر ضروری (روی، مس و منیزیم) و غیر ضروری (سرب و کادمیوم) در ماده خام و کنسرو شده بررسی شد نتایج حاکی از افزایش میزان کلیه عناصر مورد بررسی پس از فرآیند کنسروسازی بود. در آن پژوهش مقادیر عناصر با افزایش دما و مدت زمان نگهداری افزایش اما با افزایش پی‌اچ کاهش یافت.

حین فرآیند کنسروسازی بدلیل اضافه نمودن نمک خشک (۲ گرم نمک) به محتوای کنسرو مقادیر سدیم به شکل معنی‌داری افزایش می‌یابد. اختلاف مشاهده شده در میزان سدیم در محصولات تولید شده ناشی از تیمار حرارتی نبوده و صرفاً بدلیل نوع فرمولاسیون و نحوه نمونه‌برداری بافت از قوطی‌های کنسروی مرتبط می‌باشد. با توجه به تاثیرات نامطلوب این عنصر و افزایش چندین برابری آن پس از تولید کنسرو، استفاده از محصولات کنسرو شده برای بسیاری از بیماران قلبی ممنوع اعلام شده است (دبلیو اچ، ۱۹۹۶). تولید محصولات فاقد نمک بعنوان محصول رژیمی علاوه بر تامین این خواسته می‌تواند به شکل مطلوب‌تری روند تغییرات سدیم پس از اعمال فرآیندهای حرارتی را نشان دهد.

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۶ اعمال رژیم‌های متفاوت حرارتی موجب ایجاد تفاوت معنی‌دار در میزان کلسیم، مس و روی کنسرو حاوی آب نمک ماهی کپور نقره‌ای نشده است. میزان آهن نیز پس از اعمال رژیم‌های ۱ و ۳ اختلاف معنی‌داری با ماده خام نداشت. میزان این عنصر پس از اعمال رژیم ۲ ($65^{\circ}\text{C}-120^{\circ}\text{C}$) افزایش یافت. نتایج مشابهی در زمینه افزایش میزان آهن در مطالعه دودک و همکاران (۱۹۸۹) پس از فرآیند کنسروسازی در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده می‌شود.

مهاجرت عناصر فلزی از دیواره قوطی و ناخالصی موجود در آب یا نمک مورد استفاده می‌تواند از عوامل احتمالی افزایش این عنصر قلمداد شود که نیازمند مطالعات تکمیلی در این زمینه است. نتیجه‌گیری: حین فرآیند کنسروسازی مجموعه عوامل پیچیده و مختلفی کیفیت اولیه ماهی را دستخوش تغییر می‌نماید. این تغییرات ممکن است از یک گونه به گونه دیگر متفاوت باشد. در این پژوهش اعمال حرارت در مراحل پخت مقدماتی و سترون‌سازی موجب ایجاد تغییر در میزان عناصر معدنی ماهی خام گردید. از آنجا که نزدیکی کیفیت محصول نهایی به کیفیت ماده خام حایز اهمیت است و در اغلب موارد استفاده از رژیم‌های حرارتی ۲ و ۳ (۱۲۰ و ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد طی مدت ۶۵ و ۳۵ دقیقه) موجب حصول شرایط بهتر در زمینه حفظ عناصر معدنی شد، لذا استفاده از رژیم حرارتی ۱۱۵ درجه سانتی‌گراد طی مدت زمان ۹۸ دقیقه برای تولید کنسرو ماهی کپور نقره‌ای توصیه نمی‌گردد. از آنجا که این پژوهش از اولین پژوهش‌ها در زمینه تغییر عناصر معدنی طی فرآیند کنسروسازی بوده است انجام مطالعات تکمیلی جهت بررسی اثرات نگهداری طولانی مدت بر میزان عناصر معدنی این محصول و سایر کنسروهای تولید شده توصیه می‌گردد.

منابع

1. Ackurt, F. 1991. Nutrient retention during preparation and cooking of meat and fish by traditional methods. *Gida Sanayii*. 20: 58-66.
2. Angela, M.F. 2003. *Ball Blue Book: Guide to Home Canning, Freezing & Dehydration*. Alltrista Corporation. 120p.
3. Aubourg, S. 2001. Review: Loss of quality during the manufacture of canned fish products. *Food Sci. Tech. Int.* 7(3): 199-215.
4. Aubourg, S., and Medina, I. 1997a. Quality differences assessment in canned sardine (*Sardina pilchardus*) by detection of fluorescent compounds. *J. Agric. Food Chem.* 45: 3617-3621.
5. Aubourg, S., Gallardo, J., and Medina, I. 1997b. Changes in lipids during different sterilising conditions of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) canning. *Int. J. Food Sci. Tech.* 32: 427-432.
6. Aubourg, S. 1998. Lipid changes during long-term storage of canned tuna (*Thunnus alalunga*). *Z Lebensm Unters Forsch A.* 206: 33-37.
7. Bernhard, M. 1976. *Manual of methods in aquatic environment research, part3: sampling and analyses of biological material*. FAO Fish Tech Paper; No.158; UNEP, Rome. 124p.
8. Cheng, C.S. Humann, D.D., and Webb, N. 1979. Effect of species and storage on minced fish gel texture. *J. Food Sci.* 44: 1087-1092.

9. Chytiri, S., Chouliara, I., Savvaidis, I.N., and Kontominas, M.G. 2004. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. *Food Microb.* 21: 157-165.
10. Dashti, B., Al-Awadi, F., Al-Kandari, R., Ali, A., and Al-Otaibi, J. 2004. Macro and microelements content of 32 Kuwaiti composite dishes. *Food Chem.* 85(3): 331-337.
11. Decareau, R.V. 1985. *Microwaves in the Food Processing Industry*. Academic Press, Inc., New York.
12. Dias, M.G., Sanchez, M.V., Bartolo, H., and Oliveira, L. 2003. Vitamin content of fish and fish products consumed in Portugal. *Electronic J. Envir. Agric. Food Chem.* 2(4): 510-513.
13. Dudek, J.A. Elkins, E.R. Behl, B.A. Berman, S.C. Egelhofer, D. and Hagen, R.E. 1989. Effects of cooking and canning on the mineral content of selected seafoods. *J. Food Compo. Anal.* 2:273-285.
14. Erkan, N., and Ozdeh, O. 2000. Proximate composition and mineral contents in aqua cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*), sea bream (*Sparus aurata*) analyzed by ICP-MS. *Food Chem.* 102: 721-725.
15. FAO. 1988. *Manual on Fish Canning*. Rome, Italy: FAO Technical paper. 283p.
16. FAO. 2007. *Fishery Statistics, Yearbook 2005*. Rome. 202p.
17. Freeman, D. 1999. Comparison of Moist and Dry Cooking on Sensory Quality, Consumer Acceptance and Marketability of Canned Bighead Carp. *J. Aquatic Food Prod.* 8(1): 33-45.
18. García-Arias, T., Navarro, P., and García-linares, M. 2004. Effect of different thermal treatment and storage on the proximate composition and protein quality in the canned tuna. *Orga. Office. Socie. Latinoameric. Nutric.* 54(1):112-117.
19. Gelman, A., Glatman, L., Drabkin, V., and Harpaz, S. 2001. Effects of storage temperature and preservative treatment on shelf life of the pond raised freshwater fish, silver perch (*Bidyanus bidyanus*). *Food Prot.* 64: 1584-1591.
20. Gokoglu, N., and Yerlikaya, P. 2003. Determination of proximate composition and mineral contents of blue crab (*Callinectes sapidus*) and swim crab (*Portunus pelagicus*) caught off the Gulf of Antalya. *Food Chem.* 80(4):495-498.
21. Gokoglu, N., Yerlikaya, P., and Cengiz, E. 2004. Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Chem.* 84: 19-22.
22. Gonzalez, C. J. 1999. Bacterial microflora of wild brown trout (*Salmo trutta*), wild pike (*Esox luciu*), and aquacultured rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*). *J. Food Prot.* 62: 1270-1277.
23. Ikem, A., and Egiebor, N.O. 2005. Assessment of trace elements in canned fishes (mackerel, tuna, salmon, sardines and herring) marketed in Georgia and Alabama (United States of America). *J. Food Compo Anal.* 18:771-787.
24. Jung, W.K., Park, P.J., Moon, S.H., and Kim, S.K. 2005. Preparation of haki

- (*Johnius belengerii*) bone oligophosphopeptide with a high affinity to calcium by carnivorous intense crude protein. Food Chem. 91(2): 333-340.
25. Kietzmann, U., Priebe, K., Rakou, D., and Reichstein, K. 1969. Seefisch als Lebensmittel. Berlin: Paul Parey Verlag Hamburg.
 26. Lakshmanan, P.T. 2000. Fish spoilage and quality assessment. Pp. 26-40. In T. S.G. Iyer, M.K. Kandoran, Mary Thomas, & P.T. Mathew (Eds.), Quality assurance in seafood processing Cochin: Society Fisher Techno .India.
 27. Lall, S.P. 1995. Vitamins in fish and shellfish. Fish and fishery products. Composition, nutritive, properties and stability. A. Ruiter Biddles. Ltd. UK. Pp:157-213.
 28. Martinez-Valverde, I., Periago, M.J., Santaella, M., and Ros, G. 2000. The content and nutritional significance of minerals on fish flesh in the presence and absence of bone. Food Chem. 71: 503-509.
 29. Orban, E., Di Lena, G., Ricelli, A., Paoletti, F., Casini, I., Gambelli, L., and Caproni, I. 2000. Quality characteristics of sharpsnout sea bream (*Diplodus puntazzo*) from different intensive rearing systems. Food Chem. 70(1): 27-32.
 30. Pérez-Martín, R., Franco, J., Aubourg, S., and Gallardo, J. 1988. Changes in free amino acids content in albacore (*Thunnus alalunga*) muscle during thermal processing. Z Lebensm Unters Forsch A. 187: 432-435.
 31. Pérez-Martín, R.I. 1986. Estudios de los process termicos en la fabricaion de conservas de atun blanco y su incidencia en la calidad. Ph.D. Thesis. Spain: Faculty of Chemistry, University of Santiago. 152p.
 32. Rafique, U., Sumreen, I., Saadia, F., and Aasia, H. 2009. Analysis of variation concentration of essential and non-essential elements in canned and freshfood, J. Food Proce. and Preserv. 33: 186-203.
 33. Rodríguez, A., Carriles, N., Gallardo, J.M., and Aubourg, S. 2009. Chemical changes during farmed Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) canning: Effect of a preliminary chilled storage. Food Chem. 112: 362-368.
 34. Rosa, R., Bandarra, N.M., and Nunes, M.L. 2007. Nutritional quality of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell1822): A positive criterion for the future development of the European production of Siluroidei. Int. J. Food Sci. Tech. 42: 342-351.
 35. Schlegel, W. 1992. Commercial pasteurization and sterilization of food products using microwave technology. Food Tech. 46(12): 62-63.
 36. Seet, S., and Brown, D. 1983. Nutritional quality of raw, precooked and canned albacore tuna (*Thunnus alalunga*). J. Food Sci.48: 288-289.
 37. Seidler, T., and Bronowski, M. 1987. Effects of storage time and thermal treatment on the nutritive value of squid (*Illex argentimus*). Nahrung. 31: 949-957.
 38. Shang-gui, D., Zhi-Ying, P., Fang, C., Ping, Y., and Tie, W. 2004. Amino acid composition and anti-anaemia action of hydrolyzed offal protein from Harengula Zunasi Bleeker. Food Chem. 87(1): 97-102.
 39. Shehata, M., Abu-el-matti, S.M., Ez-el-rigal, I., and Salama, M.I. 2006.

- Changes in chemical composition and bacterial count of canned tuna fish in different packing solutions and oils during storage. *Egypt. J. Agric. Res.* 82(2):601-612.
40. Steiner-Asiedu, M., Julshamn, K., and Lie, Q. 1991. Effect of local processing methods (cooking, frying and smoking) on three fish species from Ghana: Part I. Proximate composition, fatty acids, minerals, trace elements and vitamins. *Food Chem.* 40: 309-321.
41. Suvanich, V., Jaahncke, N., and Marshall, D. 2000. Change in selected chemical quality characteristic of channel cat fish farm mince during chill and frozen storage. *J. Food Sci.* 65:2 4-29.
42. Tanaka, M., and Kimura, S. 1988. Effect of heating conditions on protein quality of retort pouched fish meat. *Nippon Suisan Gakkaishi.* 54: 265-270.
43. Turhan, S., Usta'n, S. N., and Altunkaynak, B. 2004. Effect of cooking methods on total and heme iron contents of anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *Food Chem.* 88(2): 169-172.
44. Wheaton, F.W., and Lawson, T.B. 1985. Other preservation methods. In *Processing Aquatic Food Products*, P. 273-328. John Wiley and Sons, New York.
45. WHO (World Health Organization), 1996. Health criteria other supporting information. In: *Guidelines for Drinking Water Quality*, Vol. 2, 2nd ed. WHO, Geneva. Pp: 318-388.
46. Zhang, D., and Hamazu, Y. 2004. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chem.* 88: 503-509.