مجله علوم و فنون شیلات
دوره ۹ شماره ۴ پاییز ۱۳۹۹صفحات ۳۰۴-۲۹۳

تغییرات کیفیت و عمر ماندگاری فیله ماهی شیر (*Scomberomorus commerson* Lacepede, 1800) منجمد شده به روش کند و سریع

امین اوجی فرد[۱،۲]*

۱- گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

۲- گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

چکـــیده

تمرکز اصلی در این تحقیق مقایسه و ارزیابی تغییرات کیفی و تعیین عمر ماندگاری فیله‌های ماهی شیر منجمد شده با دوروش انجماد کند و سریع بود. فیله‌های ماهی شیر بوسیله روش‌های انجماد کند و سریع منجمد شدند و به مدت ۱۸۰ روز در دمای منفی ۱۸ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. سپس آنالیز تقریبی، آزمون‌های شیمیایی (تیوباربیتوریک اسید، بازهای ازته فرار)، آبچک، پروفیل اسیدهای چرب و آنالیز حسی نمونه‌ها سنجش شد. بطور کلی میزان خاکستر، تیوباربیتوریک اسید، بازهای ازته فرار، آبچک و اسیدهای چرب اشباع با افزایش دوره نگهداری افزایشیافت درحالی که میزان رطوبت، پروتئین، چربی، اسیدهای چرب چند غیر اشباع و اسیدهای چرب تک غیراشباع به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<0.05$). مشخص شد که میزان بازهای ازته فرار، تیوباربیتوریک اسید و آبچک در انجماد کند در مقایسه با انجماد سریع بیشتر است. میزان اسیدهای چرب چند غیر اشباع (۱۹/۷۱)، اسیدهای چرب تک غیراشباع (۲۳/۴۰) و امگا۳ (۱۴/۶۹) نمونههای انجماد سریع نسبت به نمونه‌های انجماد کند (به ترتیب ۱۶/۹۹، ۲۲/۶۴ و ۱۲/۳۴ درصد) بیشتر بود. از نظر آنالیز حسی هر دو نمونه قابل پذیرش بودند اما انجماد سریع کیفیت بهتری نسبت به انجماد کند داشت. انجماد سریع بطور کلی تاثیر مثبت بیشتری بر پارامترهای کیفی نسبت به انجماد کند داشت.

کـــلید واژه‌ها: انجماد، ماهی شیر، آنالیز حسی، آزمون شیمیایی، اسید چرب

نوع مقـاله

مقاله پژوهشی اصیل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۵/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۹/۲

تاریخ چاپ الکترونیکی: ۱۳۹۹/۹/۲۸

***نویسندهمسول:**

مقدمه

دمای پایین نگهداری بهترین روش برای حفظ کیفیت و تازگی ماهی و فرآورده‌های آن در مدت زمان طولانی می‌باشد. نگهداری سرد یعنی نگهداری ماهی در شرایط غیر انجمادی دارای ماندگاری محدود بوده که بسته به شرایط و گونه ماهی بین ۴ تا ۲۰ روز متغیر می‌باشد. در نگهداری به صورت منجمد ماندگاری محدود به چند هفته تا چند سال می‌شود. فاکتورهای مختلفی که بر نگهداری در زمان انجماد تاثیر می‌گذارند شامل شرایط ماهی در زمان صید، جابجایی، فرآوری، بسته‌بندی و یخ‌پوشی، دمای نگهداری در سردخانه و نیز روش انجماد می‌باشد. از روش‌های مختلف انجماد می‌توان به انجماد کند و سریع اشاره کرد. در انجماد کند فرآورده در دمای پایین قرار داده شده و معمولاً در هوای ساکن به آرامی منجمد می‌شوند. انجماد سریع توسط یک یا ترکیبی از چهار روش انجماد غوطه‌وری، انجماد تماسی غیرمستقیم، انجماد در هوای متحرک و انجماد

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-12]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.4.4.3]

کرایوژنیک صورت می‌پذیرد [۱]. بکار بردن واژه سریع و کند جهت انجماد در واقع به فرآورده غذای دریایی بستگی دارد. هال[۲]گزارش داد که انجماد سریع همانطور که در بریتانیا تعریف شده است کاهش دمای ماهی از ۳۲ به ۲۳ درجه فارنهایت طی ۲ ساعت می‌باشد. او متذکر شد که این دما برای فرآورده‌ای مثل اسکامپی (نوعی سخت‌پوست) سریع نیست. بطور کلی اصطلاح انجماد سریع و کند برای ماهیان تجاری به این صورت است که به ترتیب طی چندین ساعت و طی چند روز اتفاق می‌افتد.

سرعت انجماد بر روی تشکیل و یکنواختی کریستال‌های یخ تاثیر می‌گذارد. انجماد کند باعث تشکیل کریستال‌های درشت یخ در نواحی خارج سلولی فرآورده‌های غذایی می‌شود. انجماد کند همچنین می‌تواند موجب ایجاد نمونه‌های سفت‌تر شود چراکه کریستال‌های درشت‌تر یخ تمایل به شکستن ساختار پروتئین دارند.همچنین سرعت کمتر انجماد موجب آسیب‌های ساختاری و انحراف نوری بیشتر شده و درنهایت تیرگی سطح گوشت را موجب می‌شود[۳]. این در حالی است که انجماد سریع موجب تشکیل هسته‌های یخ در فضای داخل سلولی می‌شود و این کریستال‌های یخ، کوچکتر و یکنواخت‌تر بوده و درنتیجه باعث ایجاد فرآورده‌ای می‌شود که از نظر ساختاری پایدارتر است[۴]. همچنین انجماد سریع ممکن است ظرفیت نگهداری آب را افزایش دهد بنابراین باعث افزایش کیفیت فرآورده می‌شود. در ماهی کاد همبستگی خیلی خوبی بین کیفیت حسی و ظرفیت نگهداری آب مشاهده شد[۵].

انتخاب روش مناسب برای انجماد ماهی و میگو می‌بایست بر اساس ارزش فرآورده و ملاحظات کیفیت صورت پذیرد. ممکن است مصرف کننده فرآورده با قیمت خرده فروشی کمتر را بدلیل وجود محصولی که با روش فرآوری گرانتر با کیفیت بهتر آماده شده است نپذیرد. از طرف دیگر ممکن است برخی فرآورده‌ها که بوسیله روش‌های اقتصادی‌تر فرآوری شده‌اند کیفیتی داشته باشند که تنها قدری پایین‌تر از فرآورده‌های فرآوری شده بوسیله روش‌های گرانتر باشد. برای ارزیابی مناسب تاثیر روش انجماد بر روی کیفیت محصول، می‌بایست فرآورده را به مانند حالت فروش آن به صورت تجاری ارزیابی کرد. اطلاعات کیفیت به همراه داده‌های مربوط به هزینه انجماد تعیین می‌کند که کدام روش انجماد برای فرآورده بهترین است.

در تحقیق سان و همکاران [۶] که از تکنولوژی اولتراسونیک جهت حفظ کیفیت نمونه‌های ماهی کپور معمولی *(Cyprinus carpio)* استفاده کرده بودند مشاهده شد که این تکنیک با کاهش سرعت انجماد موجب تشکیل کریستال‌های یخ کوچکتر شده است؛ درنتیجه هدررفت آب در زمان یخ گشایی نیز کمتر شد. در تحقیق لی و همکاران [۷] بر روی سه روش یخ گشایی متفاوت فیله‌های کپور سرگنده *(Hypophthalmichthys nobilis)* که به دو روش کند و سریع منجمد شده بود مشخص شد که در روش انجماد کند، روش یخ گشایی تاثیری بر ابقا آب و ساختار ماهیچه ندارد و درواقع انجماد کند از قبل تاثیرات منفی را بر نمونه‌ها وارد می‌کند. در مطالعه تیرونی و همکاران[۸] بر روی تغییرات کیفیت ماهی سی باس اروپایی *(Dicentrarchus labrax)* ذخیره شده در سردخانه (۱، ۳ و ۵ ماه) در دو دمای ۱۵- و ۲۵- درجه سانتیگراد با دو روش انجماد تغییر فشار و انجماد در هوای سرد متحرک مشخص شد که اختلاف چندانی در کیفیت ماهی سی باس رخ نمی‌دهد. درنتیجه این محققان پیشنهاد کردند که بررسی روش‌شناسی برای انجماد و یخ گشایی ماهی بسیار سودمند خواهد بود.

ماهی شیر (*Scomberomorus commerson* Lacepede, 1800) از لذیذ ترین ماهی‌های مصرفی در جنوب کشور و از معروف ترین ماهی‌های مصرفی در رستوران‌ها و غذافروشی‌های است و جایگاه ویژه‌ای در بین مردم جنوب دارد. میانگینصیدماهیشیردرآبهایجنوبکشوردرحدود 20هزارتنمی‌باشد[۹]. در ایران پراکنش ماهی شیر از استان خوزستان، استان بوشهر، استان هرمزگان تا نوار شمالی دریای عمان دیده می‌شود[۹]. مصرف این ماهی در جنوب کشور بالاست و بدلیل دردسترس بودن فصلی آن، مصرف کنندگان این ماهی را به صورت منجمد برای چند ماه نگهداری می‌کنند. در تحقیق حاضر به دلیل اهمیت این ماهی تاثیر روش انجماد (کند و سریع) روی کیفیت ماهی شیر مورد بررسی قرار گرفت. مشخص کردن روش انجماد برای این ماهی پرمصرف در جنوب کشور می‌تواند در مدیریت نگهداری آن به صورت تجاری سودمند باشد.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-12]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.4.4.3]

مواد و روش‌ها

آماده سازی ماهی

برای انجام آزمایش تعداد ۲۱ عدد ماهی تازه شیر با وزن متوسط ۱۶۵±۱۴۵۴ گرمازاسکلهصیادی بندر دیر استان بوشهر تهیه گردید. ماهی‌ها بلافاصله به مرکز عمل‌آوری شیلات بندر دیر انتقال و پس از شستن با آب شیر و جدا کردن سر و تخلیه شکمی و شستشوی مجدد به فیله‌های ۲۰۰ گرمی تقسیم شدند. ماهی‌ها به سه گروه جهت انجماد کند، انجماد سریع و یک گروه ماهی تازه به عنوان شاهد تفکیک شدند. یک گروه جهت انجماد سریع به تونل انجماد و گروه دیگر مستقیماً به دمای ۱۸- درجه سانتیگراد در سردخانه منتقل شدند. برای تهیه نمونه‌های انجماد سریع از دستگاه انجماد سریع تک به تک (Individual quick freezing; IQF) مدل خطی با سیستم گاز آمونیاک ساخت شرکت CTi کشور دانمارک استفاده شد که با دمای منفی ۳۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ دقیقه دمای عمق محصول را به منفی ۱۸ درجه سانتیگراد می رساند[۲]. نمونه‌هاپسازبرچسب‌زنی به داخل سردخانه ۱۸- سانتیگراد منتقل شدند تا در فواصل زمانی مورد نظر آزمایش شوند. آزمایشات آنالیز تقریبی، بازهای ازته فرار(Total volatile base nitrogen; TVN) ، تیوباربیتوریک اسید (Thiobarbituric acid; TBA) و آبچک (Drip loss)با سه تکرار در هر ماه و آنالیز اسیدهای چرب و آزمون حسی تنها در ابتدا و انتهای دوره انجام گردید. کلیه آزمایشات در آزمایشگاه شیلات دانشکده منابع طبیعی کرج انجام پذیرفت.

آنالیز تقریبی

میزان رطوبت با استفاده از آون HERAEUS INSTRUMENTS مدل D-63450 Hanau در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت سنجش شد. خاکستر با سوزاندن نمونه در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۵ ساعت در داخل کوره اندازه‌گیری گردید. پروتئین کل با استفاده از دستگاه کجلدال اتوماتیک (Kjeltec Analyzer Unit 2300) محاسبه شد. چربی کل نیز با استفاده از دستگاهFOSS(ساخت کشور سوئد، Soxtec 2050) و کلروفرم اندازه‌گیری شد [۱۰].

اندازه‌گیری مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVN)

میزان TVN نمونه‌هابهروشتقطیر و تیتراسیون اندازه‌گیری شد[۱۱]. عصاره بدست آمده از تقطیر با محلول اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیتر گردید و غلظت بازهای نیتروژنی فرار بر اساس میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه بدست آمد .

اندازه‌گیری تیوباربیتوریکاسید (TBA)

اندازه‌گیری TBA به وسیله روش رنگ‌سنجیصورتگرفت. مقدار ۲۰۰ میلی‌گرمازنمونهچرخشدهماهیبهیکبالن ۲۵ میلی‌لیتریانتقالیافتوسپسبا ۱- بوتانلبهحجمرساندهشد. ۵ میلی‌لیترازمخلوطفوقبهلوله‌هایخشکدرب‌داروارد‌شدهوبهآن ۵ میلی‌لیترازمعرف TBA افزوده گردید. لوله‌هایدرب داردرحماآبادمای ۹۵ درجهسانتیگرادبهمدت ۲ ساعتقرارگرفتهوپسازآندردمایمحیطسردشدند. سپسمقدارجذب (As) در ۵۳۲ نانومتر در مقابل شاهد آب مقطر (Ab) خوانده شد. مقدار TBA (میلی‌گرممالوندی‌آلدئیددرکیلوگرمبافتماهی) براساسرابطه زیر محاسبه گردید [۱۲].

$$TBA = \frac{(As - Ab) \times 50}{200}$$

آبچک

ابتدا فیله‌ها از فریزر خارج شده و با مالش آهسته دستمال کاغذی رطوبت اضافی سطح آنها گرفته شد و سپس وزن اولیه آنها اندازه‌گیری شد(W_i). در مرحله بعد هر فیله بصورت مجزا بر روی پتری‌دیش‌های برچسب دار در دماییخچال (۴ درجه سانتیگراد) نگهداری شدند. پس از ۲۴ ساعت

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-12]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.4.4.3]

نمونه‌ها برداشته شده و مجدداً با مالش آرام دستمال کاغذی رطوبت اضافی خشک شد و وزن گردیدند(W_f). میزان آب چک از رابطه زیر محاسبه گردید [۱۳].

$$\text{آب چک}(\%) = [(W_i - W_f)/W_i] \times ۱۰۰$$

آنالیز اسید چرب

نمونه چربی ماهی با کلروفرم/ متانول استخراج شد [۱۴] و اسیدهای چرب باBF_3 در متانول متیله شدند. اسیدهای چرب متیل استر به وسیله n-هگزان استخراج شدند. برای بررسی و شناسایی اسیدهای چرب موجود در نمونه از دستگاه گازکروماتوگراف (Gas chromatography; GC)فیلیپس مجهز به ستون کاپیلاری از نوع (60m×0.25mm SGE BPX70) و آشکارساز نوع FID استفاده گردید. دمای آشکارساز و محل تزریق به ترتیب بر روی ۲۶۰ و ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. در این روش از گاز هلیم (با خلوص ۹۹/۹۹۹۹٪) به عنوان گاز حامل و گاز هیدروژن به عنوان سوخت، ازت (با خلوص ۹۹/۹۹۹۹٪) به عنوان گاز کمکی و هوای خشک استفاده شد. مقادیر اسید چرب به صورت درصد سطح زیر پیک از کل بیان شد.

آنالیز حسی

آنالیز حسی توسط یک گروه متشکل از ۱۰ نفر نیمه آموزش دیده با استفاده ازمقیاس ۵ نقطه‌ایهدونیک انجام گردید. نمونه‌های به صورت پخته شده به ارزیاب‌ها عرضه شد و از ارزیاب‌ها خواسته شد تا مطابق موارد خواسته شده به ویژگی‌های حسی نمونه هایموردمطالعهشاملبو،طعم،بافتورنگامتیاز دهند. امتیاز هر یک از نمونه‌ها به صورت زیر محاسبه گردید: بافت (۵، بافت محکم و سفت؛ ۱، بافت خیلی نرم)، طعم (۵، کاملا مقبول؛ ۱، کاملا نامقبول)، رنگ (۵، بدون تغییر رنگ؛ ۱، کاملا بی رنگ)، بو (۵، کاملا مطبوع؛ ۱، بوی فساد). نقطه بحرانی مقبولیت هر یک از ویژگی‌ها ۳ در نظر گرفته شد و پایین تر از آن به معنای رد خصوصیات حسی مورد نظر بود [۱۵].

تجزیه تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۷ انجام شد. ابتدا بررسی نرمال بودن داده‌هابااستفادهازآزمونکولموگراف-اسمیرنوفوسپسهمگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون صورت پذیرفت. جهت تعیین اختلاف معنی‌دار بین تیمارها از روش مدل خطی عمومی(GLM: General linear model)استفاده گردید. برای مقایسه میانگین‌هادرمواردیکهاثرکلیتیمارهامعنی دارشناختهشدازآزموندانکناستفادهگردید. همچنین آنالیز داده‌های حسی با استفاده از آزمون فریدمن و مقایسات میانگین با بنفرونی انجام شد.

نتایج

نتایج آنالیز تقریبی نمونه‌های ماهی شیر تحت تاثیر انجماد کند و سریع در جدول ۱ نشان داده شده است. بطور کلی میزان چربی، پروتئین و رطوبت طی ۶ ماه نگهداری کاهش و خاکستر افزایش یافت. همچنین روش انجماد (کند یا سریع) برای خاکستر در روز ۹۰، پروتئین در روز ۱۲۰ و رطوبت و چربی در روز ۶۰ تاثیر معنی‌داری را نشان داد و انجماد سریع باعث افزایش معنی‌دار میزان پروتئین، رطوبت و چربی شد ($P<0.05$).

جدول۱)نتایج مربوط به آنالیز تقریبی نمونه‌های فیله ماهی شیر تحت تاثیر انجماد کند و سریع طی ۱۸۰ روز نگهداری در سردخانه. حروف غیر مشابه بزرگ در هر ستون (بین دو روش انجماد) و حروف غیر مشابه کوچک در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار است ($P<0.05$).

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-12]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.4.4.3]

پارامترها	روش انجماد	روز صفر	۳۰	۶۰	۹۰	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۰
رطوبت	کند	۷۵/۶۰±۰/۰۳^{aA}	۷۴/۱۲±۰/۰۹^{bB}	۷۳/۸۴±۰/۱۲^{cB}	۷۲/۱۴±۰/۱۰^{dB}	۷۲/۰۶±۰/۰۵^{dB}	۷۱/۶۰±۰/۰۹^{eB}	۷۱/۲۲±۰/۱۱^{fB}
	سریع	۷۵/۶۰±۰/۰۳^{aA}	۷۵/۲۲±۰/۰۶^{bA}	۷۵/۱۳±۰/۰۶^{bA}	۷۵/۰۵±۰/۰۴^{bA}	۷۴/۴۰±۰/۱۳^{cA}	۷۳/۸۱±۰/۱۳^{dA}	۷۳/۳۷±۰/۱۰^{eA}
پروتئین	کند	۲۰/۶۳±۰/۰۷^{aA}	۲۰/۵۷±۰/۰۲^{aA}	۲۰/۴۹±۰/۰۴^{aA}	۲۰/۲۶±۰/۰۵^{bA}	۱۹/۳۴±۰/۰۷^{cB}	۱۸/۹۱±۰/۰۸^{dB}	۱۸/۸۶±۰/۱۱^{dB}
	سریع	۲۰/۶۳±۰/۰۷^{aA}	۲۰/۶۰±۰/۰۵^{aA}	۲۰/۵۷±۰/۰۸^{aA}	۲۰/۳۴±۰/۰۶^{bA}	۱۹/۸۸±۰/۱۱^{cA}	۱۹/۸۵±۰/۱۰^{cA}	۱۹/۸۴±۰/۰۶^{cA}
چربی	کند	۱/۷۷±۰/۰۲^{Aa}	۱/۶۱±۰/۰۰^{Ab}	۱/۴۷±۰/۰۲^{Bc}	۱/۴۱±۰/۰۱^{Bd}	۱/۳۹±۰/۰۱^{Bde}	۱/۳۴±۰/۰۰^{ABf}	۱/۲۷±۰/۰۲^{Bg}
	سریع	۱/۷۷±۰/۰۲^{Aa}	۱/۶۳±۰/۰۰^{Aab}	۱/۵۰±۰/۰۲^{Ac}	۱/۴۸±۰/۰۰^{Acd}	۱/۴۳±۰/۰۰^{Ae}	۱/۳۷±۰/۰۲^{Af}	۱/۳۲±۰/۰۲^{Ag}
خاکستر	کند	۱/۳۶±۰/۰۳^{fA}	۱/۴۰±۰/۰۲^{efA}	۱/۴۵±۰/۰۰^{eA}	۱/۶۸±۰/۰۲^{dA}	۲/۰۳±۰/۰۲^{cA}	۲/۲۷±۰/۰۲^{bA}	۲/۵۷±۰/۱۰^{aA}
	سریع	۱/۴۰±۰/۰۲^{dA}	۱/۴۱±۰/۰۱^{dA}	۱/۴۴±۰/۰۴^{cdA}	۱/۴۷±۰/۰۱^{cdB}	۱/۴۹±۰/۰۵^{cB}	۱/۶۵±۰/۰۰^{bB}	۱/۷۲±۰/۰۳^{aB}

نتایج مربوط به TVN، TBA و آبچک نمونه‌های ماهی شیر تحت تاثیر انجماد کند و سریع طی ۱۸۰ روز نگهداری در سردخانه در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که با گذشت زمان در هر دو روش انجماد (کند و سریع) میزان TVN، TBA و آبچک افزایش معنی‌داری می‌یابد. همچنین مشخص شد انجماد سریع از روز ۳۰ آزمایش به طور معنی‌داری میزان TVNو آبچک و از روز ۱۵۰ میزان TBA را در سطح پایین‌تر حفظ می‌کند($P<0.05$).

جدول ۲) نتایج پارامترهای شیمیایی نمونه‌های فیله ماهی شیر تحت تاثیر انجماد کند و سریع طی ۱۸۰ روز نگهداری در سردخانه. حروف غیر مشابه بزرگ در هر ستون (بین دو روش انجماد) و حروف غیر مشابه کوچک در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار است($P<0.05$).

پارامترها	روش انجماد	روز صفر	۳۰	۶۰	۹۰	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۰
TVN	کند	۳/۰۱±۰/۰۰^{gA}	۳/۵۱±۰/۰۱^{fA}	۴/۱۱±۰/۰۱^{eA}	۴/۷۰±۰/۰۱^{dA}	۵/۰۳±۰/۰۱^{cA}	۵/۲۱±۰/۰۱^{bA}	۵/۸۹±۰/۰۱^{aA}
	سریع	۳/۰۱±۰/۰۰^{gA}	۳/۲۴±۰/۰۲^{fB}	۳/۲۹±۰/۰۰^{eB}	۳/۶۵±۰/۰۲^{dB}	۴/۰۹±۰/۰۱^{cB}	۴/۳۳±۰/۰۲^{bB}	۴/۸۵±۰/۰۰^{aB}
TBA	کند	۰/۳۴±۰/۰۲^{Ag}	۰/۳۸±۰/۰۰^{Af}	۰/۴۲±۰/۰۱^{Ade}	۰/۴۴±۰/۰۲^{Ad}	۰/۵۰±۰/۰۱^{Ac}	۰/۵۸±۰/۰۰^{Ab}	۰/۶۱±۰/۰۲^{Aab}
	سریع	۰/۳۴±۰/۰۲^{Ag}	۰/۳۷±۰/۰۰^{ABfg}	۰/۴۱±۰/۰۰^{Ade}	۰/۴۳±۰/۰۲^{Ad}	۰/۴۷±۰/۰۰^{ABc}	۰/۵۲±۰/۰۲^{Bb}	۰/۵۵±۰/۰۲^{Bab}
آبچک	کند	۰/۰۰^{gA}	۷/۵۰±۰/۰۰^{fA}	۸/۳۰±۰/۱۰^{eA}	۸/۸۰±۰/۰۱^{dA}	۹/۳۰±۰/۰۰^{cA}	۹/۸۰±۰/۱۰^{bA}	۱۰/۳۰±۰/۱۷^{aA}
	سریع	۰/۰۰^{fA}	۲/۶۱±۰/۰۰^{eB}	۳/۱۴±۰/۰۱^{dB}	۳/۲۲±۰/۰۱^{dB}	۳/۳۵±۰/۰۱^{cB}	۳/۴۸±۰/۰۰^{bB}	۳/۶۱±۰/۰۰^{aB}

نتایج مربوط به اسیدهای چرب فیله ماهی شیر تحت تاثیر دو روش انجماد (کند و سریع) که در ابتدا (ماهی تازه) و انتهای ۱۸۰ روز نگهداری در سردخانه سنجش شده در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد که روش انجماد سریع باعث حفظ بهتر اسیدهای چرب طی نگهداری در سردخانه می‌شود؛ چراکه میزان PUFA، MUFA و امگا ۳ و ۶ در روش انجماد سریع اختلاف معنی‌داری با روش کند داشت و نسبت به آن بیشتر بود ($P<0.05$). بدلیل کاهش معنی‌دار پارامترهای مذکور در روش انجماد سریع با نمونه‌های تازه مشخص شد که بعد از ۱۸۰ روز نگهداری حتی با استفاده از انجماد سریع نمی‌توان از کاهش کیفیت اسیدهای چرب ماهی جلوگیری کرد.

جدول ۳) آنالیز اسیدهای چرب نمونه‌های فیله ماهی شیر تحت تاثیر انجماد کند و سریع بعد از ۱۸۰ روز نگهداری در سردخانه. حروفمتفاوتدرهرردیفنشاندهندهتفاوتمعنی‌داربینتیمارهامی‌باشد ($P<0.05$)SFA: اسیدهایچرباشباع شامل مریستیک، پنتادکانوئیک، پالمیتیک، مارگاریک، استئاریک، آراکیدیک، بهینیک؛MUFA: اسیدهایچربتکغیراشباع شامل پالمیتولئیک، هپتا دکانوئیک، اولئیک؛PUFA:

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-12]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.4.4.3]

اسیدهایچربچندغیراشباع شامل لینولئیک، آلفا لینولنیک، آراشیدونیک، ایکوزاپنتانوئیک، دوکوزاتترااانوئیک، دوکوزاهگزانوئیک؛ EPA: اسیدایکوزاپنتائنوئیک،DHA: اسیددوکوزاهگزائنوئیک،∑ω3: مجموعامگا-۳، ∑ω۶: مجموعامگا-۶

اسیدچرب/تیمار	اسید چرب	روز صفر	کند	سریع
C14	مریستیک	۲/۲۲±۰/۰۱^{c}	۲/۶۵±۰/۰۱^{a}	۲/۵۲±۰/۰۲^{b}
C15	پنتادکانوئیک	۰/۲۳±۰/۰۱^{c}	۰/۸۳±۰/۰۳^{a}	۰/۷۳±۰/۰۳^{b}
C16	پالمیتیک	۲۴/۹۰±۰/۲۶^{c}	۳۴/۹۹±۰/۰۹^{a}	۳۰/۴۳±۰/۳۲^{b}
C16:1	پالمیتولئیک	۸/۴۸±۰/۰۷^{a}	۶/۴۶±۰/۰۲^{c}	۶/۷۵±۰/۰۶^{b}
C17	مارگاریک	۰/۲۴±۰/۰۰^{c}	۰/۸۰±۰/۰۱^{a}	۰/۷۵±۰/۰۱^{b}
C17:1	هپتا دکانوئیک	۲/۹۸±۰/۰۱^{a}	۱/۹۶±۰/۰۱^{b}	۰/۳±۰/۰۱^{c}
C18	استئاریک	۱۴/۰۹±۰/۰۵^{c}	۲۰/۰۱±۰/۰۶^{b}	۲۰/۷۶±۰/۰۵^{a}
C18:1	اولئیک	۱۷/۱۸±۰/۱۱^{a}	۱۴/۲۲±۰/۰۷^{c}	۱۶/۳۵±۰/۰۲^{b}
C18:2	لینولئیک	۱/۸۶±۰/۰۵^{a}	۱/۶۹±۰/۰۱^{b}	۱/۸۳±۰/۰۲^{a}
C18:3 ω3	آلفا لینولنیک	۰/۲۰±۰/۰۰^{a}	۰/۱۷±۰/۰۰^{b}	۰/۱۹±۰/۰۰^{a}
C20:0	آراکیدیک	۲/۲۱±۰/۰۲^{c}	۲/۴۱±۰/۰۰^{a}	۲/۲۸±۰/۰۳^{b}
C20:4 ω6	آراشیدونیک	۲/۱۴±۰/۰۲^{a}	۱/۹۱±۰/۰۳^{c}	۲/۰۲±۰/۰۲^{b}
C22	بهینیک	۰/۱۲±۰/۰۱^{c}	۰/۳۲±۰/۰۱^{a}	۰/۲۱±۰/۰۰^{b}
C20:5 ω3	ایکوزاپنتانوئیک	۲/۸۲±۰/۰۳^{c}	۳/۴۰±۰/۰۵^{b}	۴/۴۲±۰/۰۹^{a}
C22:4 ω6	دوکوزاتترااانوئیک	۱/۱۷±۰/۰۴^{a}	۱/۰۵±۰/۰۱^{b}	۱/۱۶±۰/۰۲^{a}
C22:6 ω3	دوکوزاهگزانوئیک	۱۴/۶۰±۰/۰۸^{a}	۸/۷۶±۰/۰۵^{c}	۱۰/۰۷±۰/۰۶^{b}
SFA		۴۴/۰۴±۰/۲۵^{c}	۶۲/۰۴±۰/۰۷^{a}	۵۷/۷۱±۰/۳۴^{b}
MUFA		۲۸/۶۴±۰/۱۷^{a}	۲۲/۶۴±۰/۰۷^{c}	۲۳/۴۰±۰/۰۷^{b}
PUFA		۲۲/۸۰±۰/۲۰^{a}	۱۶/۹۹±۰/۱۴^{c}	۱۹/۷۱±۰/۰۹^{b}
EPA+DHA		۱۷/۴۲±۰/۱۲^{a}	۱۲/۱۶±۰/۰۹^{c}	۱۴/۴۹±۰/۰۸^{b}
∑ω3		۱۷/۶۳±۰/۱۳^{a}	۱۲/۳۴±۰/۰۹^{c}	۱۴/۶۹±۰/۰۸^{b}
∑ω6		۵/۱۷±۰/۰۶^{a}	۴/۶۵±۰/۰۵^{c}	۵/۰۱±۰/۰۱^{b}
ω3/ω6		۳/۴۰±۰/۰۱^{a}	۲/۶۵±۰/۰۱^{c}	۲/۹۲±۰/۰۱^{b}
PUFA/SFA		۰/۵۱±۰/۰۰^{a}	۰/۲۷±۰/۰۰^{c}	۰/۳۴±۰/۰۱^{b}

نتایج آنالیز حسی نمونه‌های ماهی شیر تحت تاثیر انجماد کند و سریع طی ۱۸۰ روز نگهداری در سردخانه در جدول ۴ نشان داده شده است. بر اساس این نتایج مشخص شد که با گذشت زمان (۱۸۰ روز) پارامترهای حسی کاهش معنی‌داری می‌یابد($P<0.05$). همچنین حدوداً از روز ۹۰ نگهداری اختلاف معنی‌داری در بافت و طعم بین تیمارهای مربوط به روش‌های کند و سریع انجماد مشاهده شد بطوریکه انجماد سریع امتیاز بالاتری را نشان داد ($P<0.05$).

جدول ۴) نتایج آنالیز حسی نمونه‌های ماهی شیر تحت تاثیر انجماد کند و سریع طی ۱۸۰ روز نگهداری در سردخانه. حروف غیر مشابه بزرگ در هر ردیف و حروف غیر مشابه کوچک در هر ستون (بین دو روش انجماد) نشان دهنده اختلاف معنی‌دار است ($P<0.05$).

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-12]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.4.4.3]

پارامترهای حسی	روش انجماد	۳۰	۶۰	۹۰	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۰
بافت	کند	۴/۵۳±۰/۵۱^{aA}	۴/۰۰±۰/۶۵^{aAB}	۴/۰۰±۰/۳۷^{bAB}	۳/۱۳±۰/۸۳^{bBC}	۳/۱۳±۰/۸۳^{bBC}	**۳/۰۰±۰/۸۴^{bC}**
	سریع	۴/۵۳±۰/۵۱^{aA}	۴/۵۳±۰/۵۱^{aA}	۴/۵۳±۰/۵۱^{aA}	۴/۱۳±۰/۵۱^{aA}	۴/۱۳±۰/۵۱^{aA}	**۴/۰۰±۰/۵۳^{aA}**
طعم	کند	۴/۰۰±۰/۵۳^{aA}	۴/۰۶±۰/۴۵^{aA}	۳/۵۰±۰/۷۴^{bAB}	۳/۴۶±۰/۵۱^{aAB}	۳/۰۰±۰/۵۳^{bB}	**۳/۰۰±۰/۶۵^{aB}**
	سریع	۴/۴۶±۰/۷۴^{aA}	۴/۴۶±۰/۶۳^{aA}	۴/۴۶±۰/۶۳^{aA}	۴/۰۰±۰/۵۳^{aAB}	۴/۰۰±۰/۳۷^{aAB}	**۳/۴۶±۰/۵۱^{aB}**
رنگ	کند	۴/۵۳±۰/۵۱^{aA}	۴/۱۳±۰/۳۵^{aAB}	۴/۰۰±۰/۷۵^{aAB}	۳/۵۳±۰/۵۱^{aBC}	۳/۰۰±۰/۷۵^{aC}	**۳/۰۶±۰/۸۸^{aC}**
	سریع	۴/۵۳±۰/۶۳^{aA}	۴/۵۳±۰/۵۱^{aA}	۴/۲۶±۰/۷۰^{aAB}	۴/۰۰±۰/۷۵^{aAB}	۳/۵۳±۰/۷۴^{aB}	**۳/۵۳±۰/۵۱^{aB}**
بو	کند	۴/۵۳±۰/۶۳^{aA}	۴/۴۶±۰/۷۴^{aA}	۳/۴۶±۰/۵۱^{aB}	۳/۴۶±۰/۷۴^{aB}	۳/۰۰±۰/۷۵^{aB}	**۳/۰۰±۰/۷۵^{aB}**
	سریع	۴/۴۶±۰/۶۳^{aA}	۴/۴۶±۰/۶۳^{aA}	۴/۰۰±۰/۷۵^{aAB}	۴/۰۰±۰/۵۳^{aAB}	۳/۴۶±۰/۵۱^{aB}	**۳/۴۶±۰/۵۱^{aB}**

بحث

تفاوت در ترکیب شیمیایی بدن یک گونهٔ آبزی به عوامل داخلی و خارجی متعددی بستگی دارد اما بدون شک اختلاف اصلی در ترکیب شیمیایی آبزی را باید به تغذیه آبزی مربوط دانست[۱۶].نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر به نتایج بدست آمده در مطالعه یونس و همکاران[۱۷] که میزان رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر در ماهی شیر تازه را به ترتیب ۷۶/۴۹، ۲۰/۶۸، ۱/۱۲ و ۱/۲۷ درصد گزارش کردند مطابقت دارد. این درحالی است که با گذشت زمان تا ۱۸۰ روز در هر دو روش میزان رطوبت کاهش معنی‌داری یافت. بطور کلی رطوبت پارامتر بسیار مهمی بوده و کاهش آن طی دوره نگهداری بر کاهش وزن، تخریب پروتئین، اکسیداسیون چربی و در نهایت افت کیفیت فرآورده تاثیر گذار است[۱۸].عمل انجماد می‌تواند ظرفیت نگهداری آب در عضلهٔ آبزی را کاهش داده و درنتیجه سبب کاهش رطوبت طی دوره نگهداری شود. کاهش رطوبت سبب سفتی بافت می‌شود که بروز این عوامل بواسطهٔ تخریب پروتئین و از دست رفتن خاصیت انعطاف‌پذیری پروتئین میوفیبریل، تشکیل پیوندهای دی‌سولفید، و تجمع پروتئین در طی دورهٔ نگهداری در شرایط انجماد رخ می‌دهد[۱۹]. همچنین داده‌های رطوبت نشان داد که که از روز ۳۰ اختلاف معنی داری در دو روش انجماد کند و سریع ایجاد می‌شود بطوریکه در انجماد سریع رطوبت بهتر حفظ شد که با داده‌های کرمی و همکاران[۲۰] مطابقت دارد.به لحاظ پروتئین نیز روندی مشابه رطوبت مشاهده شد (جدول ۱). کاهش در میزان پروتئین طی نگهداری بدلیل تبدیل آن به ازت فرار (TVN) می‌باشد که با داده‌های TVN نیز همخوانی داشت (جدول ۲)[۲۱]. در تحقیق بدی و هاول [۲۲] بر روی کاد و هادوک نگهداری شده در انجماد نیز تغییرات معنی‌داری در میزان پروتئین فیله مشاهده شد که علت آن را سرعت تخریب بیشتر پروتئین در دمای کمتر (منفی ۱۰) در مقایسه با دمای بیشتر (منفی ۳۰) بیان کردند. میزان چربی فیله نیز با گذشت زمان کاهش یافت که در روش انجماد کند میزان آن بیشتر بود. میزان چربی نیز طی نگهداری تحت تاثیر اکسیداسیون و فساد آنزیمی دچار کاهش شده و تبدیل به اسیدهای چرب آزاد می‌گردد. کاهش میزان چربی در این تحقیق همسو با نتایج TBA بود (جدول۲). بطور کلی انجماد تاثیری بر خاکستر فیله ندارد و نوسان رطوبت و تغییر مواد خشک موجود در فیله (پروتئین و چربی) احتمالاً باعث افزایش میزان خاکستر شدهاست[۲۳].

بین شاخص TVN با تازگی ماهی ارتباط معنی‌داری وجود دارد و میزان قابل قبول آن در ماهی ۳۰-۳۵ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت می‌باشد و چنانچه بیشتر از این مقدار باشد نشان‌دهنده نامناسب بودن محصول برای مصرف کننده است[۲۴]. از آنجا که افزایش TVN درارتباط با تخریب پروتئین‌ها در اثر فعالیت‌های آنزیمی وباکتریاییاست[۲۵] درنتیجه افزایش کمتر آن در روش انجماد سریع نشان دهنده حفظ بهتر پروتئین‌ها و فعالیت کمتر آنزیم‌ها و باکتری‌ها و در نهایت کیفیت بالاتر فرآورده است. با اینحال به دلیل پایین بودن این پارامتر در نمونه‌ها به‌نظر می‌رسد که هر دو روش جهت حفظ کیفیت محصول مناسب می‌باشند.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-12]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.4.4.3]

فساد اکسیداتیو عضله ماهی شیرمنجمد شده با دو روش انجماد کند و سریع و سپس به مدت ۱۸۰ روز نگهداری در سردخانه با اندازه‌گیری TBA (تیو باربیتوریک اسید) به عنوان یکی از شاخص‌های اندازه‌گیری اکسیداسیون چربی‌ها –بر اساس محتوی مالون دی آلدئید– مشخص گردید.زمانیکه میزانمالونآلدهیددریککیلوگرمگوشتبهبیشاز ۲ میلی‌گرمافزایشیابدباتغییرطعموبویماهی همراهخواهد. بطور کلی TBA با گذشت زمان طی نگهداری در سردخانه افزایش می‌یابد که نشان دهنده پیشرفت اکسیداسیون چربی و درنتیجه کاهش کیفیت است [۲۶]. اگرچه در روش انجماد سریع میزان TBA نسبت به انجماد کند به طور معنی‌داری کمتر بود اما میزان این شاخص در تحقیق حاضر در هر دو روش در حد استاندارد بود. انجماد کند ممکن است باعث تجزیه لیزوزیم شده و درنتیجه فعالیت لیپاز داخلی را بیشتر کند که این خود موجب افزایش تجمع اسیدهای چرب آزاد می‌شود[۲۷]. اسیدهای چرب آزاد به تنهایی بر کاهش کیفیت فرآورده تاثیری ندارد اما دیده شده است که با اکسیداسیون لیپید ارتباط دارد؛ درنتیجه دارای تاثیرات پرو–اکسیدانی بر روی لیپیدها است، این درحالی است که انجماد سریع افزایش معنی‌داری را در میزان رهاسازی لیپاز سبب نمی‌شود[۲۴].

میزان آبچک در طی نگهداری باید کنترل شود تا کیفیت محصول حفظ گردد. در تحقیق حاضر میزان آبچک در هر دو روش انجماد طی نگهداری در سردخانه افزایش یافت. افزایش آب‌چک در طی نگهداری در دمای ۱۸– درجه سانتیگراد گزارش شده است[۲۸] که میزان آن بسته به نوع ماهی می‌تواند متفاوت باشد. از طرفی در انجماد سریع نسبت به انجماد کند میزان آبچک کمتری مشاهده شد. همانطورکهگفتهشدتاثیرانجماددرخروجآب بهچگونگیتشکیلکریستال‌هاییخبستگیدارد.هر چهسرعتانجمادبیشترباشدکریستال‌های کوچکبیشتری تشکیل شدهودرنتیجه خروجآبازسلولکمتررخمی‌دهد. انجماد کند می‌تواند باعث توسعه کریستال‌های یخ خارج سلولی بزرگ شود که این خود باعث تخریب دیواره سلولی شده و درنتیجه موجب آبچک بیشتر می‌گردد[۲۹]. مورکور و لیلهولت[۳۰] تحقیقی را در ارتباط با ماهی منجمد در درجه حرارت‌های مختلف طی ۱۰–۱۱ روز انجام دادند و مشخص شد که ارتباط معنی‌داری بین دمای انجماد و آبچک وجود دارد. برای فیله منجمد شده در ۱۰– درجه سانتیگراد در مقایسه با ۷۰– درجه سانتیگراد میزان افت وزنی دو برابر مشاهده شد که دلیل اصل آن کاهش ظرفیت نگهداری آب پروتئین بدلیل آسیب‌های مکانیکی به سلول ناشی از کریستال‌های یخ بود. علیزاده و همکاران[۳۱] نیز در تحقیق خود روی ماهی آزاد مشاهده کردند که درصد آبچک نمونه‌ها در انجماد سریع بطور معنی‌داری کمتر از انجماد کند می‌باشد که با داده‌های تحقیق حاضر همخوانی دارد.

سرعت بالای اکسیداسیون لیپید ماهی، زمانی که با چربی پستانداران مقایسه می‌شود، از طریق پروفیل اسیدهای چرب آن تفسیر می‌شود. اسیدهای چرب چند غیر اشباع تا ۷۰ درصد از چربی ماهی را تشکیل می‌دهد. از دو گروه اصلی که به سرعت اکسید می‌شوند می‌توان به PUFA امگا۳ و PUFA امگا ۶ اشاره کرد. دسته اول گروه غالب چربی‌ها بوده و با سرعت بیشتری نسبت به گروه دوم به سمت اکسید شدن پیش می‌رود[۳۲]. در تحقیق حاضر نیز پس از ۱۸۰ روز نگهداری میزان اسیدهای چرب ماهی شیر نسبت به اول دوره (نمونه تازه) کاهش معنی‌داری یافت که این کاهش در روش انجماد کند بیشتر بود (جدول ۳). در بسیاری از گونه‌های ماهی کاهش میزان PUFA و پروفیل اسیدهای چرب طی نگهداری در سردخانه گزارش شده است[۳۳]. همچنین آنگان و همکاران[۳۴] در تحقیق خود به بررسی انجمادر هوای سرد متحرک (۱۰– و ۲۰– درجه سانتیگراد) و نگهداری در سردخانه (۱۰– و ۲۰– درجه سانتیگراد) بر روی اشیرشیا کلی، اسیدهای چرب PUFA امگا ۳ و ریز ساختار صدف پوسته سبز(*Perna canaliculus*) پرداختند و مشاهده کردند که در دمای ۱۰– درجه سانتیگراد میزان PUFA امگا ۳ بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد درحالیکه در دمای ۲۰– درجه سانتیگراد تغییری مشاهده نشد. همچنین در تحقیق حاضر داده‌های اسید چرب با کاهش میزان لیپید (جدول ۱) و افزایش مقدار TBA (جدول ۲) هم راستا بود.

وقتی تغییرات نامطلوب در ماهی رخ دهد، بسیاری از این تغییرات به وسیله حواس انسان یعنی دیدن، بوییدن، لمس‌کردن و چشیدن قابل جستجو خواهد بود.لاکش میشا و همکارن[۳۵] در تحقیق خود در ارتباط با تاثیر روش‌های انجماد بر کیفیت ماهی ماکرل (*Rastrelliger kanagurta*) از دو نوع متفاوت فریزر هوای سرد متحرک و فریزر صفحه‌ای تجاری که دارای مدت زمان انجماد متفاوت (به ترتیب ۲۲۰ و ۹۰ دقیقه) بودند استفاده کردند و سپس نمونه‌ها را در سردخانه نگهداری کردند. آنها مشاهده کردند که از ماه سوم به بعد فریزر صفحه‌ای دارای امتیاز مزه و پذیرش

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-12]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.4.4.3]

کلی بالاتری است. همچنین نتایج مشابهی توسط کرمی و همکاران[۲۰] و علیزاده و همکاران[۳۱] به ترتیب بر روی ماهی تیلاپیا و آزاد گزارش شد. انجماد سریع در مقایسه با انجماد کند نشان داد که محصول خارج شده از آن در زمان یخ گشایی دارای کیفیت بهتری است[۳۶].

نتیجه گیری کلی

انجماد بهترین روش برای حفظ کیفیت و تازگی فرآورده‌های دریایی در مدت زمان طولانی می‌باشد. انتخاب روش مناسب برای انجماد آبزی می‌بایست بر اساس ارزش فرآورده و ملاحظات کیفیت صورت پذیرد. نتایج تحقیق حاضر که در آن فیله‌های ماهی شیر به دو روش انجماد کند و سریع منجمد شده و به مدت ۱۸۰ روز در سردخانه قرار گرفت نشان داد که انجماد سریع به نحو مطلوب تری باعث حفظ کیفیت می‌شود؛ چراکه داده‌های پارامترهای TVN، TBA و آبچک در نمونه‌های انجماد سریع کمتر بود. میزان PUFA و امگا ۳ و ۶ نیز در روش انجماد سریع اختلاف معنی‌داری با روش کند داشت و میزان آن بالاتر بود. همچنین از نظر آنالیز حسی حدوداً از روز ۹۰ نگهداری اختلاف معنی‌داری در طعم و بافت بین تیمارهای مربوط به روش‌های کند و سریع انجماد مشاهده شد. با این حال میزان پارامترهای مذکور در هر دو روش کند و سریع در حد استاندارد بود. بنابراین با توجه به هدف تولید کننده و یا بازار مصرف می‌توان مشخص کرد که از کدام روش استفاده شود.

تشکر و قدردانی

از آقای دکتر سالم مرمضی جهت کمک در آنالیز داده‌ها و نیز آقای دکتر سید ولی حسینی جهت کمک در سنجش‌های آزمایشگاهی تشکر و قدردانی می‌شود.

تاییدیه اخلاقی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع: هیچگونه تعارض منافعی وجود ندارد.

سهم نویسندگان: امین اوجی فرد/پژوهشگر و نگارنده اصلی مقاله/۱۰۰ درصد

منابع مالی: منابع مالی توسط دانشگاه خلیج فارس بوشهر تامین شده است.

منابع

1-Ekinci R, Yapar A. Alabalıkların (*O. Mykiss* W., 1792) donma ve çözünme süreleri üzerine dondurma sıcaklığı ve hava sirkülasyonunun etkileri. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi. 2004;16(1):61-68.

2-Hall GM. Fish processing technology: Springer Science & Business Media; 2012.

3-Jeremiah LE. Freezing effects on food quality: Routledge; 2019.

4-Petzold G, Aguilera JM. Ice morphology: fundamentals and technological applications in foods. Food Biophysics. 2009;4(4):378-396.

5-Nielsen J ,Jessen F. Quality of frozen fish. Handbook of meat, poultry and seafood quality Nollet, LML (Ed) Blackwell Publishing, Iowa. 2007:577-586.

6- Sun Q, Zhao X, Zhang C, Xia X, Sun F, Kong B. Ultrasound-assisted immersion freezing accelerates the freezing process and improves the quality of common carp (Cyprinus carpio) at different power levels. LWT, Food Science and Technology. 2019;108:106-112.

7-Li D, Zhao H, Muhammad AI, Song L, Guo M, Liu D. The comparison of ultrasound-assisted thawing, air thawing and water immersion thawing on the quality of slow/fast freezing bighead carp (Aristichthys nobilis) fillets. Food Chemistry. 2020:126614.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-12]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.4.4.3]

8- Tironi V, De Lamballerie M, Le-Bail A. Quality changes during the frozen storage of sea bass (Dicentrarchus labrax)muscle after pressure shift freezing and pressure assisted thawing. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 2010;11(4):565-573.
9- Qorbanzadeh R, Nazari S. Statistical yearbook of the Iranian Fisheries Organization. Department of Planning and Development Management P. 2012;60.
10- International A. Official methods of analysis of AOAC International: AOAC International; 2005.
11- Gao W, Liu YJ, Tian LX, Mai KS, Liang GY, Yang HJ, Huai MY, Luo WJ. Effect of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth performance, body composition, nutrient utilization and hepatic enzymes activities of herbivorous grass carp (Ctenopharyngodon idella). Aquaculture Nutrition. 2010;16(3):327-333.
12-Natseba A, Lwalinda I, Kakura E, Muyanja C, Muyonga J. Effect of pre-freezing icing duration on quality changes in frozen Nile perch (Lates niloticus). Food Research International. 2005;38(4):469-474.
13- Campañone L, Roche L, Salvadori V, Mascheroni R. Monitoring of weight losses in meat products during freezing and frozen storage. Food Science and Technology International. 2002;8(4):229-238.
14- Folch J, Lees M, Stanley GS. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. Journal of Biological Chemistry. 1957;226(1):497-509.
15- Lin D, Morrissey MT. Iced storage characteristics of Northern squawfish (Ptychocheilus oregonensis). Journal of Aquatic Food Product Technology. 1994;3(2):25-43.
16- Rahnan SA, Huah TS, Nassan O, Daud NM. Fatty acid composition of some Malaysian freshwater fish. Food Chemistry. 1995;54(1):45-49.
17- Younis E, Abdel-Warith A, Ali A, Al-Asgah N, El-Shayia A. Chemical composition and mineral contents of six commercial fish species from the Arabian gulf coast of Saudi Arabia. Journal of Animal and Veterinary Advances. 2011; 10 (23)3053-3059.
18- Ben-gigirey B, De Sousa JMVB, Villa TG, Barros-velazquez J. Chemical changes and visual appearance of albacore tuna as related to frozen storage. Journal of Food Science. 1999;64(1):20-24.
19- Mackie I. The effects of freezing on flesh proteins. Food Reviews International. 1993;9(4):575-610.
20- Karami B, Moradi Y, Motalebi AA, Hossini SE, Soltani M. The effects of slow and quick freezing methods on microstructure, drip loss, proximate composition and sensory properties of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus) fillets. Iranian Scientific Fisheries Journal. 2013;22(3):132-146. (in Persian).
21- Lehmann I, Aubourg SP. Effect of previous gutting on rancidity development in horse mackerel (Trachurus trachurus) during frozen storage at −20°C .International Journal of Food Science & Technology. 2008;43(2):270-275.
22- Badii F, Howell NK. Changes in the texture and structure of cod and haddock fillets during frozen storage. Food Hydrocolloids. 2002;16(4):313-319.
23- Ozyurt G, Polat A, Tokur B. Chemical and sensory changes in frozen (− 18°C) wild sea bass (Dicentrarchus labrax) captured at different fishing seasons. International Journal of Food Science & Technology. 2007;42(7):887-893.
24- Rodríguez Ó, Losada V, Aubourg SP, Barros-Velázquez J. Enhanced shelf-life of chilled European hake (Merluccius merluccius) stored in slurry ice as determined by sensory analysis and assessment of microbiological activity. Food Research International. 2004;37(8):749-757.
25- Vareltzis K, Koufidis D, GavriilidouE, Papavergou E, Vasiliadou S. Effectiveness of a natural Rosemary (Rosmarinus officinalis) extract on the stability of filleted and minced fish during frozen storage. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A. 1997;205(2):93-96.
26- KostakiM, Giatrakou V, Savvaidis IN, Kontominas MG. Combined effect of MAP and thyme essential oil on the microbiological, chemical and sensory attributes of organically aquacultured sea bass (Dicentrarchus labrax) fillets. Food Microbiology. 2009;26(5):475-482.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-12]
[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.4.4.3]

27- Geromel E, Montgomery M. Lipase release from lysosomes of rainbow trout (Salmo gairdneri) muscle subjected to low temperatures. Journal of Food Science. 1980;45(3):412-415.
28- Hsieh YL, Regenstein JM. Texture changes of frozen stored cod and ocean perch minces. Journal of Food Science. 1989;54(4):824-826.
29- Archer M, Edmonds M, George M. Seafood thawing. Seafish Res Dev SR. 2008;598:10-11.
30- Morkore T, Lilleholt R. Impact of freezing temperature on quality of farmed Atlantic cod (Gadus morhua L.). Journal of Texture Studies. 2007;38(4):457-572.
31- Alizadeh E, Chapleau N, De Lamballerie M, LeBail A. Effects of freezing and thawing processes on the quality of Atlantic salmon (Salmo salar) fillets. Journal of Food Science. 2007;72(5):E279-E284.
32- Tolstorebrov I, Eikevik TM, Bantle M. Effect of low and ultra-low temperature applications during freezing and frozen storage on quality parameters for fish. International Journal of Refrigeration. 2016;63:37-47.
33- Pirestani S, Sahari M, Barzegar M. Fatty acids changes during frozen storage in several fish species from South Caspian Sea. Journal of Agricultural Science and Technology. 2010;12:321-329.
34- Angane M, Gupta S, Fletcher GC, Summers G, Hedderley DI, Quek SY. Effect of air blast freezing and frozenstorage on Escherichia coli survival, n-3 polyunsaturated fatty acid concentration and microstructure of Greenshell™ mussels. Food Control. 2020:107284.
35- Lakshmisha I, Ravishankar C, Ninan G, Mohan CO, Gopal T. Effect of freezing time on the quality ofIndian mackerel (Rastrelliger kanagurta) during frozen storage. Journal of Food Science. 2008;73(7):S345-S53.
36- Andrews C, Valsdóttir Þ. The quality changes and shelf life of thawed rapid and slow frozen whole cod fish (Gadus morhua). United Nations University Fisheries Training Programme, Iceland [final project]http://wwwunuftpis/static/fellows/document/andrews14prfpdf.. 2015.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-12]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.4.4.3]

Journal of Fisheries Science and Technology
Volume 9, Issue 4, Fall 2020
Pages: 293-304

The quality changes and shelf life of fast and slow frozen *Scomberomorus commerson* Lacepede, 1800 fillet

AminOujifard[1,2*]

1- Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr, Iran
2- Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, Persian Gulf University, Bushehr, Iran

A B S T R A C T

The main focus for this study was to compare and evaluate the quality changes and to determine the shelf life of frozen *Scomberomorus commerson* fillet using quick and slow freezing methods. *Scomberomorus commerson* fillets were frozen by slow and quick freezing methods and kept in the freezer at -18°C for 180 days. Then proximate analysis, chemical test (Total volatile base nitrogen; TVN, Thiobarbituric acid; TBA), drip loss, fatty acids profile and sensory analysis were assessed. Generally, Ash content, TBA, and TVN, drip loss, SFA values were significantly increased during storage time whereas the moisture, protein, fat, PUFA and MUFA were significantly decreased ($P<0.05$). The ratio of TVN, TBA and drip loss was found to be higher in slowly as against quickly frozen fish. The PUFA (19.71), MUFA (23.40) and ω3 (14.69) of the quick samples was higher than that of the slow samples (16.99, 22.64, 12.34%, respectively). Regarding sensory analysis, both samples were in acceptable condition but the quality of quick samples was better than slow frozen samples. The quick freezing method was generally much more influent on quality parameters than slow freezing method.

KEYWORDS: Chemical test, Fatty acids, Frozen, *Scomberomorus commerson*, Sensory analysis.

ARTICLE TYPE
Original Research

ARTICLE HISTORY
Received: 10 Aug. 2020
Accepted: 22 Nov. 2020
ePublished: 18 Dec. 2020

* Corresponding Author:
Email address: oujifard@pgu.ac.ir
Tel: +(98)-917-377-5889
© Published by Tarbiat Modares University
eISSN:2476-6887 pISSN:2322-5513

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-12]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1399.9.4.4.3]