View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Aquatic Commons

بررسی تاثیر روش انجماد کند و انجماد تند روی ریز ساختمان ، آبچک، ترکیبات تقریبی و خصوصیات حسی فیله ماهی تیلاپیای نیل *Oreochromis niloticus*

بابک کرمی [۱]، یزدان مرادی [۲]*، عباسعلی مطلبی [۳]، سیدابراهیم حسینی [۴]، مهدی سلطانی [۵]

ymorady@yahoo.com

۱، ۴ و ۵-دانشگاه آزاد اسلامی – واحد علوم و تحقیقات
۲و۳- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۲ **تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۲**

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی تاثیر انجماد کند و تند روی تغییرات حسی، مقدار آبچک (Drip)، ریز ساختمان (Microstructure) و ترکیبات تقریبی فیله ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) بود. برای انجام این بررسی فیله بدون پوست و استخوان ماهی تیلاپیا با دو روش انجماد تند وکند منجمد، بسته بندی و به مدت شش ماه در دمای ۱۸- سانتیگراد نگهداری شدند. تغییرات پروتئین، چربی، خاکستر، رطوبت، خصوصیات حسی و مقدار آبچک فیله ها بصورت ماهانه مورد بررسی قرار گرفت. تغییرات ریز ساختمان فیله ها نیز بفاصله هر دو ماه با روش عکسبرداری با میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) بررسی شد. نتایج نشان داد که مقدار رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی در فیله تیلاپیای نیل تازه به ترتیب ۷۹/۱۲، ۱/۸۵، ۱۸/۷۰، ۱/۳۰ درصد بود که مقدار آنها طی فرایند انجماد دستخوش تغییرات گردید. تغییر ترکیبات تقریبی در نمونه های منجمد شده به روش انجماد تند بطور معنی داری کمتر از نمونه های انجماد کند بود. محاسبه مقدار آبچک نشان داد که نمونه های منجمد شده به روش کند، آبچک بیشتری از نمونه های منجمد شده به روش تند داشتند. بررسی عکس های SEM نشان داد که با افزایش مدت زمان نگهداری تخریب ریز ساختمان فیله ها افزایش می یابد. این تخریب در نمونه های منجمد شده به روش انجماد تند کمتر از نمونه های انجماد کند بود. از نظر ارزیابی حسی نیز نمونه های انجماد تند از امتیازبیشتری نسبت به انجماد کند برخوردار بودند.

لغات کلیدی: آنالیز تقریبی،آبچک، انجماد، ریزساختان فیله ، تیلاپیا

*نویسنده مسئول

مقدمه

انجماد یکی از مناسبترین روشهای نگهداری مواد غذایی است. منجمدکردن باعث می شود ترکیبات مغذی موجود در مواد غذایی با کمترین تغییر برای مدت نسبتاً طولانی حفظ شود و از طرف دیگر از رشد و نمو موجودات ذره بینی جلوگیری کرده و فعالیت آنها را متوقف کند. بنابراین روشهای مختلف انجماد به وجود آمده اند که هدف آنها حفظ هر چه بهتر کیفیت مواد غذایی می باشد (Johnston et al., 1994). به دلیل محدودیت هایی که درعرضه فراورده های شیلاتی به صورت تازه در تمام فصول سال وجود دارد، عرضه منجمد این محصولات در دنیا بسیار توسعه یافته است. درسال ۲۰۰۸ نزدیک به ۳۰ میلیون تن فراورده شیلاتی به شکل منجمد به بازارهای مصرف جهانی عرضه شده است (FAO, 2010). با بکارگیری درست روش انجماد، می توان کیفیت محصولات شیلاتی را تا حد نسبتا بالایی حفظ نمود. نگهداری ماهی و دیگر فراورده های دریایی درحالت انجماد سبب بروز مجموعه تغییراتی در بافت عضله آنها می گردد که تاثیر زیادی بر کیفیت نهایی محصول دارد. در این شرایط عضله خشک و سفت شده و بسیاری از ویژگی های ماده غذائی از جمله ظرفیت نگهداری آب آن کاهش می یابد، که دلیل اصلی آن تغییراتی است که در پروتئینهای عضله بخصوص پروتئینهای میوفیبریلار ایجاد می گردد و دراصطلاح به آن تخریب انجمادی[1] می گویند. این تغییرات تدریجی بوده و تا حد زیادی با دمای نگهداری مرتبط است. پروتئین های میوفیبریلار حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد مجموع پروتئین های عضله را تشکیل می دهند (Venugopal, 2006). براساس سرعت منجمد کردن، انجماد به چهار روش تقسیم می شوند این روشها شامل: انجمادکند[2] با سرعت انجماد۰/۲ سانتیمتر در ساعت، انجماد تند[3] با سرعت انجماد ۰/۵ تا ۳ سانتی متر در ساعت، انجماد ناگهانی[4] با سرعت انجماد ۵ تا ۱۰ سانتی متر در ساعت و انجماد فوق ناگهانی[5] با سرعت انجماد ۱۰ تا ۱۰۰ سانتی متر در ساعت می باشند (Hall, 2011).

تحقیقات متعددی بر روی شاخص های مربوط به ارزش غذایی، فساد و تغییرات ساختاری بافت ماهی انجام شده است. (Karacam & Boran, 1996) تغییرات کیفی ماهی آنچووی را در زمان نگهداری در سردخانه بررسی کردند و بعد از گذشت ۱۲۰ روز از نگهداری، شاهد کاهش معنی دار امتیازات آزمون حسی بودند. همچنین افزایش معنی دار در شاخص های PV، FFA و TBA را در نمونه ها مشاهده کردند. نتایج آنها نشان داد که با وجود افزایش شاخص های فساد در پایان زمان نگهداری، نمونه ها قابل خوردن بودند و شاخص های فساد، پایین تر از حد مجاز قرار داشتند. بررسی تاثیر سرعت های متفاوت انجماد بر خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی ماهی تاربوت، توسط Chevalier و همکاران (۲۰۰۰) انجام شد. روش های مختلف انجماد که در این مطالعه به کار گرفته شده بود شامل انجماد تحت فشار و انجماد به روش وزش هوا بود. نتایج بیانگر این مطلب بود که در انجماد تحت فشار، مقدار FFA و TBA در پایان زمان نگهداری به طور معنی داری کمتر از انجماد کند بود. همچنین حجم آبچک و اندازه کریستالهای یخی در انجماد به روش هوای وزشی بیشتر از انجماد تحت فشار بود. Alizadeh و همکاران (۲۰۰۷) اثر سرعت انجماد را روی کیفیت فیله ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) مطالعه نمودند. در این بررسی نمونه ها با دو روش وزش هوای سرد با سرعت ۴ متر در ثانیه و انجماد تحت فشار با ۲۰۰ مگاپاسکال فشار، منجمدشدند. سپس تغییرات رنگ، میزان آبچک و ساختار بافت پس از انجماد را بررسی کردند. آنهاگزارش کردند که در نمونه هایی که تحت فشار منجمد شدند، تغییرات کمتری نسبت به نمونه های انجماد کند مشاهده شد.

ماهیان تیلاپیا بعد از کپور ماهیان، بیشترین سهم را در تولید ماهیان پرورشی در دنیا دارند و در حدود ۱۰۰ کشور دنیا پرورش داده می شوند. به دلیل رشد سریع، تحمل دامنه وسیع از شرایط زیست محیطی، استفاده از سطوح پایین زنجیره غذایی و مقاومت به انواع بیماری میزان تولید آن رو به افزایش است. تجارت تیلاپیا و فراورده های آن در جهان در سال ۲۰۰۸, ۳/۳ میلیارد دلار بود (FAO, 2010). پرورش ماهی تیلاپیا در کشور سابقه ندارد و این ماهی در سال ۱۳۸۷ توسط موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور به منظور معرفی به صنعت آبزی پروی کشور وارد شده است

[1] Freez denaturation
[2] Slow freezing
[3] Quick freezing
[4] Rapid freezing
[5] Ultra rapid freezing

مواد و روش کار

در اردیبهشت ماه ۱۳۹۰ تعداد ۹۰ قطعه ماهی تیلاپیای نیل با وزن متوسط ۵۰±۷۰۰ گرم، به طور تصادفی از استخرهای مرکز تحقیقاتی ماهیان آب شور واقع در بافق یزد صید گردید و پس از تخلیه امعا و احشا، به نسبت ۱ :۱ (پودر یخ و ماهی) در مخازن عایق (CSW) قرار داده شد و به مرکز ملی تحقیقات فراوری آبزیان انزلی منتقل گردید. در مرکز فرآوری از ماهی ها به روش دستی فیله ماهی بدون پوست واستخوان تهیه گردید. میانگین وزن و قطر فیله ها بترتیب ۵± ۱۰۰ گرم و ۲±۳۶ میلیمتر بود. فیله ها به سه گروه تقسیم شدند. یک گروه برای انجماد کند و گروه دیگر برای انجماد تند و یک گروه نیز بدون انجماد (تازه) به عنوان شاهد انتخاب شدند.

برای تهیه نمونه های انجماد کند، هر فیله داخل یک کیسه از جنس پلی آمیدقرارداده شده و پس از برچسب زنی مستقیما" درسردخانه با دمای ۱۸- درجه سانتیگراد برای مدت شش ماه نگهداری شدند. سرعت انجماد برای این نمونه ها ۲ میلی متر در ساعت بود (Hall, 2011).

برای تهیه نمونه های انجماد تند، از تونل انجماد مارپیچ[6] (ساخت شرکت coppens کشور هلند) استفاده شد و در این تونل فیله درمدت ۲۵ دقیقه با دمای ۳۰- درجه سانتیگراد منجمد شدند (Hall, 2011). دمای مرکز فیله ها بعد از عبور از تونل اسپیرال به ۵- درجه سانتی گراد رسید. سرعت انجماد برای این نمونه ها ۸ میلی متر بر ساعت بود. هر فیله پس از انجمادداخل یک کیسه پلی آمیدقرار داده شدند و بعد از برچسب زنی به داخل سردخانه ۱۸- درجه سانتی گراد منتقل و برای مدت ۶ ماه نگهداری شدند.

برای هر آنالیز سه عدد فیله بصورت تصادفی انتخاب گردید. فاصله نمونه برداری برای آنالیز های ترکیبات تقریبی، ارزیابی حسی، آبچک بصورت ماهانه و برای بررسی ریز ساختمان دوماه یکبار بود.

تعیین ترکیبات تقریبی موجود در نمونه ها (رطوبت،خاکستر،چربی وپروتئین) با روش (AOAC, 2002) انجام شد.

برای انجام ارزیابی حسی شامل رنگ، بو، شکل ظاهری بافت و طعم از جدول شماره ۱ استفاده گردید (Lin & Morrissey, 1994). نمونه ها بعد از انجماد زدایی، در دستگاه تستر (Vidas, Italy) در دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد، پخته شدند. برای هر نفر حدود ۴۰ گرم نمونه، در اختیار گروه ارزیاب قرار داده شد. آزمون حسی با استفاده از یک گروه ارزیاب آموزش دیده متشکل از ۸ نفر از کارکنان مرکز ملی فرآوری آبزیان انجام شد. این افراد نظرات خود را پس از ارزیابی رنگ، بو، طعم و مزه و بافت هر تیمار روی پرسشنامه هایی که از قبل تهیه شده بود منتقل کردند. آزمون بر اساس مقیاس هدونیک ۵ درجه ای انجام شد.

[6] Spiral Freezing

جدول۱: امتیازات ارزیاب حسی(Lin & Morrissey, 1994)

امتیازات	رنگ	بو	بافت	طعم ومزه
۵	بسیارخوب	بسیارخوب	بسیارخوب	بسیارخوب
۴	خوب	خوب	خوب	خوب
۳	قابل قبول	قابل قبول	قابل قبول	قابل قبول
۲	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف
۱	بسیارضعیف	بسیارضعیف	بسیارضعیف	بسیارضعیف

اندازه گیری آبچک مطابق روش Ng و Bahurmiz (۲۰۰۹) انجام شد. نمونه های منجمد ابتدا وزن شده و داخل کیسه پلاستیک داخل یخچال با دمای ۴ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. پس از انجماد زدایی کامل در یخچال ، مقداری آب (آبچک)از نمونه ها خارج و در داخل کیسه پلاستیک جمع شد. درصد آبچک طبق فرمول۱ محاسبه گردید.

$$\text{درصد آبچک} = \frac{A-B}{A} \times ۱۰۰:۱$$

A= وزن نمونه قبل از انجمادزدایی

B= وزن نمونه بعد از انجمادزدایی

مطالع ریز ساختمان نمونه ها با روش (Lioreca *et al.*, 2003) انجام شد. برای این منظور یک سانتی متر مکعب از بافت عضله تیلاپیا از قسمت پشتی در امتداد ستون فقرات و نزدیک باله پشتی جدا شد. این نمونه ها ابتدا در محلول حاوی ۴ درصد گلوترآلدهید ساخت شرکت مرک کشور آلمان، به مدت ۲۴ ساعت فیکس شدند. بعد از آن با استفاده از بافر کربوکسیلات سدیم ۰/۱ مولار به مدت ۲۰ دقیقه شسته و در محلول Osmium tetroxide ساخت شرکت مرک کشور آلمان، در دمای۴ درجه سانتیگراد به مدت ۲ ساعت فیکس شدند. همچنین نمونه ها مجدداً با بافر شستشو داده و با استن ساخت شرکت مرک کشور آلمان، آبگیری شده و در دسیکاتور قرار داده شدند. سپس نمونه ها با پودر طلا پوشش داده شده و برای عکس برداری با SEM با ولتاژ ۱۵ کیلو ولت آماده شدند. عکس برداری از مقطع عرضی نمونه ها و با استفاده دستگاه مدل LEO 440i(1995) ساخت کشور انگلستان انجام شد.

کلیه آزمایشات با سه تکرار انجام شد. آنالیز آماری با استفاده از نرم افزار آماری (Minitab,16)انجام گرفت. از آنالیز واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) و تست توکی برای مقایسه میانگین تکرار ها استفاده شد. سطح معنی داری (P<0.05) در نظر گرفته شد. برای پیدا کردن اختلاف معنی دار در بین نتایج حاصل از ارزیابی های حسی نمونه های مورد آزمایش از آزمون کوروسکال- والیس و تست من- ویتنی استفاده شد.

نـتـا یـج

تغییرات ترکیبات تقریبی نمونه های انجماد کند و تند در مدت نگهداری در سرد خانه در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان میدهد که درصد رطوبت فیله تازه ماهی تیلاپیا ۰/۰۱ ± ۷۹/۱۲ درصد بود، که این مقدار در طول زمان نگهداری در سردخانه به تدریج کاهش یافت. نتایج آخرین مرحله (ماه ششم) نمونه برداری بیانگر این است که میزان رطوبت نمونه ها در انجماد کند به ۰/۲۰ ±۷۵/۰۸ درصد و درنمونه های انجماد تند به ۰/۱۵± ۷۷/۰۱ درصد کاهش یافت. نتایج بیانگر این است که مقدار کاهش رطوبت نمونه های حاصل از انجماد کند بصورت معنی داری بیشتراز نمونه های انجماد تند بود (P<0.05).

مقدار خاکستر یا مواد معدنی در نمونه تازه فیله تیلاپیا ۰/۰۱ ±۱/۸۵ درصد بود. مقدار خاکستر در مدت نگهداری در سردخانه افزایش معنی داری را در هر دو تیمار انجماد کند و تند نشان داد. این افزایش برای نمونه های با انجماد کند بالاتر از نمونه های انجماد تند بود(P<0.05). در پایان زمان نگهداری مقدار خاکستر تیلاپیای نیل برای نمونه های حاصل از انجماد کند به ۰/۰۸ ±۳/۱۵ درصد و برای نمونه های تند به ۰/۱۲ ±۲/۳۱ درصدرسید(جدول ۲).

جدول ۱: تغییرات ترکیبات تقریبی نمونه دردو روش انجماد کند و تند (درصد)

زمان نمونه	رطوبت		چربی		پروتئین		خاکستر	
برداری	انجمادکند	انجمادتند	انجمادکند	انجمادتند	انجمادکند	انجمادتند	انجمادکند	انجمادتند
فیله تازه (شاهد)	۷۹/۱۲ ± ۰/۰۱ ^{eA}	۷۹/۱۲ ± ۰/۰۱ ^{eA}	۱/۳۰ ± ۰/۰۱ ^{cA}	۱/۳۰ ± ۰/۰۱ ^{eA}	۱۸/۷۰ ± ۰/۰۱ ^{cA}	۱۸/۷۰ ± ۰/۰۱ ^{dA}	۱/۸۵ ± ۰/۰۱ ^{aA}	۱/۸۵ ± ۰/۰۱ ^{aA}
ماه اول	۷۸/۸۱ ± ۰/۱۹ ^{dA}	۷۷/۶۰ ± ۰/۱۲ ^{dB}	۱/۳۱ ± ۰/۱۱ ^{cA}	۱/۲۸ ± ۰/۰۵ ^{eA}	۱۸/۶۵ ± ۰/۳۲ ^{cA}	۱۸/۷۱ ± ۰/۱۲ ^{dA}	۱/۹۴ ± ۰/۱۰ ^{aA}	۱/۸۹ ± ۰/۲۰ ^{aA}
ماه دوم	۷۸/۸۲± ۰/۲۰ ^{dA}	۷۷/۷۰ ± ۰/۱۶ ^{dB}	۱/۲۵ ± ۰/۱۴ ^{aA}	۱/۱۶ ± ۰/۰۶ ^{dB}	۱۸/۶۱ ± ۰/۰۱ ^{cA}	۱۸/۶۰ ± ۰/۰۸ ^{dA}	۲/۰۳ ± ۰/۱۲ ^{aA}	۱/۹۵ ± ۰/۲۰ ^{aA}
ماه سوم	۷۸/۷۰± ۰/۰۶ ^{dA}	۷۶/۰۰ ± ۰/۱۱ ^{cB}	۱/۲۰± ۰/۰۸ ^{bA}	۱/۰۸ ± ۰/۱۲ ^{dB}	۱۸/۳۶± ۰/۱۶ ^{bA}	۱۸/۳۵ ± ۰/۱۹ ^{cA}	۲/۱۳± ۰/۱۱ ^{bA}	۲/۲۶ ± ۰/۱۶ ^{bB}
ماه چهارم	۷۸/۰۲± ۰/۱۴ ^{cA}	۷۵/۸۰ ± ۰/۰۸ ^{cB}	۱/۱۵± ۰/۱۸ ^{bA}	۰/۹۶ ± ۰/۰۹ ^{cB}	۱۸/۰۰± ۰/۱۷ ^{bA}	۱۷/۵۰ ± ۰/۰۵ ^{bB}	۲/۱۸± ۰/۲۰ ^{bA}	۲/۶۱ ± ۰/۰۷ ^{cB}
ماه پنجم	۷۷/۵۰± ۰/۱۴ ^{bA}	۷۵/۴۲ ± ۰/۳۳ ^{bB}	۰/۹۸± ۰/۱۴ ^{aA}	۰/۷۹ ± ۰/۱۰ ^{bB}	۱۸/۰۰± ۰/۱۰ ^{bA}	۱۷/۰۰ ± ۰/۱۱ ^{aB}	۲/۲۷± ۰/۱۴ ^{cA}	۲/۸۵ ± ۰/۱۱ ^{cB}
ماه ششم	۷۷/۰۱± ۰/۱۵ ^{aA}	۷۵/۰۸ ± ۰/۲۰ ^{aB}	۰/۹۱± ۰/۱۲ ^{aA}	۰/۶۱ ± ۰/۱۴ ^{aB}	۱۷/۶۱± ۰/۰۸ ^{aA}	۱۷/۰۰ ± ۰/۱۴ ^{aB}	۲/۳۱± ۰/۱۲ ^{cA}	۳/۱۵ ± ۰/۰۸ ^{dB}

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین روش های انجماد می باشد.

تغییرات مقدار پروتئین نمونه های فیله در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطوریکه دیده میشود مقدار پروتئین نمونه ها با افزایش زمان نگهداری نسبت معکوس دارد. به عبارت دیگر با افزایش زمان نگهداری نمونه ها در سردخانه مقدار پروتئین کاهش می یابد. مقدار پروتئین در نمونه تازه تیلاپیای نیل ۰/۰۱ ±۱۸/۷۰ درصد بود که در پایان زمان نگهداری در سردخانه مقدار پروتئین نمونه های انجماد کند به ۰/۰۱ ±۱۷/۰۰ درصد و در نمونه های انجماد تند به ۰/۰۸ ±۱۷/۶۱ درصدرسید(P<0.05). نتایج نشان داد که کاهش درصد پروتئین برای نمونه های انجماد کند بیشتر از انجماد تند بوده است (P<0.05).

مقدار چربی در نمونه های تازه تیلاپیای نیل ۰/۰۱ ±۱/۳۰ درصد بود. مقدار چربی در تمام نمونه ها با افزایش زمان نگهداری کاهش یافت. این کاهش در نمونه های حاصل از انجماد تند بصورت معنی داری(P<0.05) از نمونه های انجماد کند کمتر بود (جدول ۲).

نتایج ارزیابی حسی مربوط به رنگ، بو، طعم، مزه و بافت در فیله ها در جدول ۳ آورده شده است. از نظر شاخص های حسی ماهی تازه بالاترین امتیاز را داشت. اما در طول دوره انجماد امتیازات مربوط به تمامی فاکتورها کاهش معنی داری را از خود نشان دادند(P<0/05). در نمونه های تازه تیلاپیای نیل امتیازات مربوط به فاکتور رنگ ۴/۸ بود که پس از گذشت شش ماه از نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه سانتیگراد در نمونه های انجماد کند به ۳/۱ و در نمونه های انجماد تند به ۳/۸ رسید (P<0/05). همچنین امتیاز فاکتور بو از ۴/۸ در فیله های تازه به ۳ در نمونه های انجماد کند و ۳/۵ در نمونه های با انجماد تند ماه آخر نمونه برداری رسید(P<0/05). امتیازات مربوط به طعم و مزه و بافت هم از ۵ در نمونه تازه به ۳ درانجماد کند و ۳/۸ درانجماد تند رسید(P<0/05).

جدول۳: نتایج ارزیابی حسی فیله تیلاپیا نیل در طول نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد

زمان نمونه برداری	رنگ		بو		طعم و مزه		بافت	
	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند
فیله تازه (شاهد)	۴/۸±۰/۰ ^{c}	۴/۸±۰/۰^{c}	۴/۸±۰/۰^{d}	۴/۸±۰/۰^{d}	۵/۰±۰۰/۰^{e}	۵/۰±۰/۰^{c}	۵/۰±۰/۰^{c}	۵/۰±۰/۰^{c*}
ماه اول	۴/۳±۰/۱^{bA}	۴/۳±۰/۱^{bA}	۴/۵±۰/۲^{cB}	۴/۸±۰/۱^{dA}	۴/۸±۰/۱^{dA}	۴/۸±۰/۱^{cA}	۴/۸±۰/۱^{cA}	۴/۸±۰/۱^{cA}
ماه دوم	۴/۱±۰/۱^{bA}	۴/۳±۰/۲^{bA}	۴/۵±۰/۱^{cA}	۴/۵±۰/۲^{cA}	۴/۰±۰/۳^{cA}	۴/۱±۰/۲^{bA}	۴/۸±۰/۲^{cB}	۴/۴±۰/۲^{bA}
ماه سوم	۴/۰±۰/۱^{bA}	۴/۰±۰/۱^{aA}	۳/۶±۰/۲^{bB}	۳/۸±۰/۱^{bA}	۳/۵±۰/۲^{bB}	۴/۱±۰/۱^{bA}	۴/۰±۰/۲^{bA}	۴/۱±۰/۱^{aA}
ماه چهارم	۳/۳±۰/۱^{aB}	۴/۰±۰/۲^{aA}	۳/۳±۰/۱^{aB}	۳/۸±۰/۲^{bA}	۳/۵±۰/۱^{bB}	۴/۰±۰/۲^{bA}	۳/۱±۰/۱^{aB}	۴/۱±۰/۲^{aA}
ماه پنجم	۳/۱±۰/۲^{aB}	۳/۸±۰/۲^{aA}	۳/۱±۰/۲^{aB}	۳/۵±۰/۲^{aA}	۳/۱±۰/۲^{aB}	۴/۱±۰/۲^{bA}	۳/۰±۰/۳^{aB}	۴/۰±۰/۲^{aA}
ماه ششم	۳/۱±۰/۱ ^{aB}	۳/۸±۰/۱ ^{aA}	۳/۰±۰/۱^{aB}	۳/۵±۰/۱^{aA}	۳/۰±۰/۱^{aB}	۳/۸±۰/۳^{aA}	۳/۰±۰/۳^{aB}	۳/۸±۰/۳^{aA}

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار (P<0.05) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار (P<0.05) بین روش های انجماد می باشد.

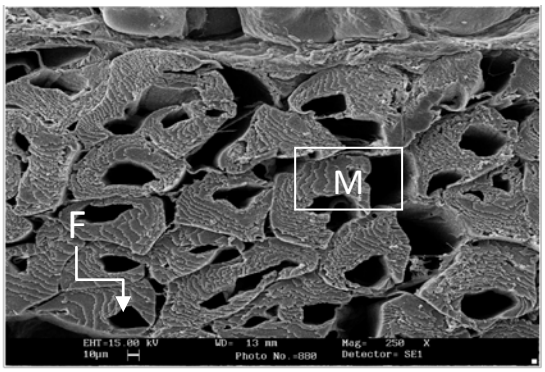
نتایج مربوط به میزان آبچک در نمونه ها در جدول ۴ آمده است. در تمامی نمونه ها با افزایش زمان نگهداری در سردخانه با افزایش حجم آبچک روبرو هستیم(P <0/05). در نمونه های تیلاپیا با انجماد کند مقدار آبچک از ۴/۴ درصد در ماه اول به ۱۱/۶ درصد در ماه ششم افزایش داشته و در تیمارهای با انجماد تند نیز مقدار آبچک ماه اول ۱/۷ به ۶/۸ درصد در ماه ششم رسیده است. نتایج نشان داد که افزایش آبچک نمونه های انجماد کند بیشتر از نمونه های انجماد تند می باشد(P<0/05).

جدول ۴: تغییرات درصد آبچک نمونه های فیله درمدت زمان نگهداری دردمای ۱۸- درجه سانتیگراد

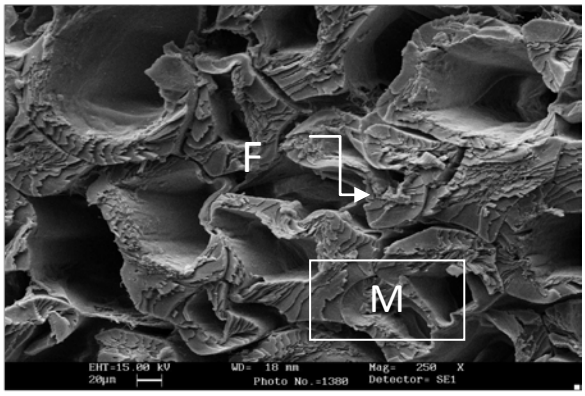
زمان نمونه برداری	انجماد کند	انجماد تند
فیله تازه (شاهد)	۰	۰
ماه اول	۴/۴±۰/۲^{aB}	۱/۷±۰/۰^{aA}
ماه دوم	۵/۳±۰/۲^{aB}	۱/۹±۰/۲^{aA}
ماه سوم	۸/۰±۰/۱^{bB}	۲/۲±۰/۲^{aA}
ماه چهارم	۸/۴±۰/۲^{bB}	۳/۴±۰/۱^{bA}
ماه پنجم	۱۰/۱±۰/۴^{cB}	۶/۱±۰/۲^{cA}
ماه ششم	۱۱/۶±۰/۰^{dB}	۶/۸±۰/۲^{cA}

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار (P<0.05) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار (P<0.05) بین روشهای انجماد می باشد.

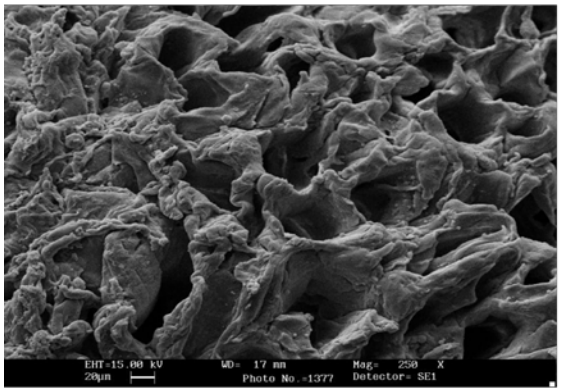
عکسهای(SEM) مربوط به تیمار های مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است. همانطور که در تصاویردیده میشود نمونه شاهد (تازه) قبل از انجماد دارای ریزساختمان مشخص بوده به طوری که رشته های عضلانی کاملاً قابل تشخیص است، اما پس از انجماد این ساختمان دچار تغییر شده، آرایش خود را از دست داده و رشته های عضلانی بافت تخریب شده است. این تغییر در نمونه های انجماد کند بیشتر از انجماد تند بود. همچنین تغییر ساختمان با طولانی شدن زمان نگهداری در سردخانه نیز بیشتر شده است.



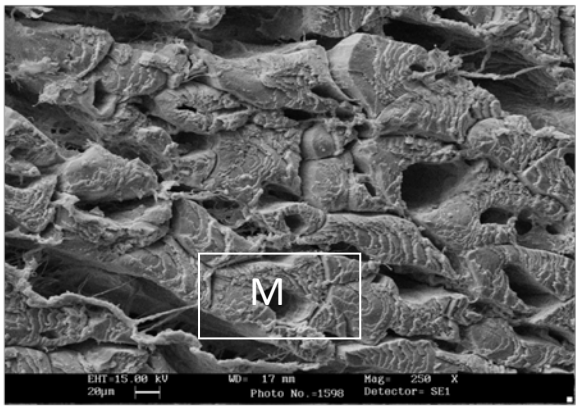
A: نمونه تازه تیلاپیای نیلی (شاهد)



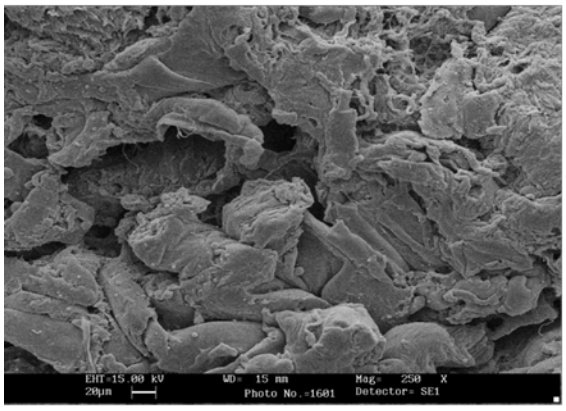
B: انجماد تند تیلاپیای نیلی پس از ۳ ماه



C: انجماد کند تیلاپیای نیلی پس از ۳ ماه



D: انجماد تند تیلاپیای نیلی پس از ٦ ماه



E: انجماد تند تیلاپیای نیلی پس از ٦ ماه

شکل ۱: تصاویر SEMاز برش عرضی نمونه ها

میوفیبریل ها: Fرشته های عضلانی ، : ۲۵۰M ، xبزرگنمایی

بـحث

کاهش ویژه گی های کیفی محصولات منجمد می تواند مرتبط با روش انجماد و همچنین مدت زمان نگهداری باشد که این تغییرات از قبیل تغییر در بافت، طعم، بو، رنگ، دناتوره شدن پروتئین، فعالیت آنزیمها، اکسیداسیون چربی میباشد. در انجماد کند، آب درون سلولی منجمدشده و کریستالهای بزرگتری را می سازد که به دیواره سلولی فشار می آورد و باعث پارگی سلول و خارج شدن مایع درون سلولی و افزایش آبچک می شود و در نهایت ارزش تغذیه ای فراورده شیلاتی منجمدکاهش می یابد اما در انجماد تند و سریع کریستال های کوچتکری تولید شده و کمتر به دیواره سلولی ماهی آسیب میرسانند و کیفیت ماهی درحد بالاتری در مقایسه با انجماد کند حفظ میشود. در این نوع انجماد زمان عبور از منطقه بحرانی کمتر از ۲ ساعت می باشد (Johnston *et al*., 1994; Delgado & Rubiolo, 2005).

در مطالعه حاضر میزان رطوبت بافت عضله تیلاپیای نیل در زمان انجماد کاهش داشته است که میزان این کاهش برای تیمارهای با انجماد کند بیشتر بوده است. کاهش رطوبت نمونه ها به علت از دست دادن رطوبت در زمان نگهداری در سردخانه و خروج آبچک از بافت عضله بعد از انجماد زدایی[۷] می باشد. هر چقدر میزان آبچک بیشتر باشد کاهش رطوبت نمونه ها هم بیشتر است. میزان آبچک در پایان زمان نمونه برداری برای تیلاپیا نیل با انجماد تند و کند به ترتیب ۶/۸ و ۱۱/۶درصد بوده است (جدول ۴). نتایج بدست آمده این پژوهش با نتایج گزارش شده توسط سایر محققین مطابقت دارد. Pawar و Magar (۱۹۶۵) کاهش رطوبت را در بافت عضله ماهی پومفرت[۸] از ۷۵/۲ درصد در نمونه تازه به ۶۹/۳ درصد در انجماد کند و در انجماد تند به ۷۱/۳ درصد بعد از هفت ماه نگهداری در سردخانه با دمای ۱۸- درجه سانتیگراد مشاهده کردند. Arannilewa و همکاران (۲۰۰۵) کاهش رطوبت تیلاپیا[۹] را از ۷۵/۰۶ درصد به ۶۵/۶۰ درصد در انجماد کند و در پایان زمان نگهداری در سردخانه مشاهده کردند($P<0.05$).

مقدار خاکستر در فیله تازه تیلاپیای نیل ۱/۸۵ درصد بود(جدول ۳). مقدار خاکستر یا مواد معدنی در آبزیان تقریباً ۰/۵ تا ۲ درصد وزن عضله آن را شامل می شود. در سایر مطالعات که بر روی تیلاپیا نیل و قرمز انجام شده است، مقادیری مشابه نتایج این پروژه به دست آمده است. مقدار خاکستر در مطالعه Garduno و همکاران (۲۰۰۷) برای تیلاپیای نیل ۱/۰۸ درصد و برای تیلاپیا قرمز ۱/۰۳ درصد و در مطالعه Osibona و همکاران (۲۰۰۹) برای تیلاپیا زیلی (*Tilapia zillii*) ۱/۲۰ درصد و برای تیلاپیای نیل ۱/۸۰ در صد گزارش شده است. همچنین مقدار خاکستر فیله کپور ۰/۶ درصد ماهی کاد ۱/۱ درصد (Usydus *et al*., 2011) ماکرل هندی (*Rastrelligerkanagurta*) ۱/۲۳ درصد (Lakshmisha *et al*., 2008) و در اردک ماهی ساکن تالاب انزلی ۱/۲۱ درصد (کرمی، ۱۳۸۶) گزارش شده است. به طور کلی انجماد تاثیری بر مقدار خاکستر عضله ندارد ولی به علت کاهش درصد رطوبت، پروتئین و چربی درصد خاکستر افزایش می یابد. در مطالعه Arannilewa و همکاران (۲۰۰۵) افزایش خاکستر تیلاپیا از ۱/۸۶ به ۳/۱۵ درصد در زمان نگهداری در سردخانه مشاهده شد ($P<0.05$).

مقدار پروتئین فیله تیلاپیای نیل بر طبق نتایج پروژه حاضر، ۱۸/۷۰ درصد می باشد (جدول۳). میزان پروتئین در مطالعات Usydus و همکاران (۲۰۱۱) ۴ /۱۶ درصد و در مطالعه Garduno و همکاران (۲۰۰۷) ۱۷/۴۰ درصد برای تیلاپیا نیل و برای تیلاپیا قرمز ۱۶/۶ درصد به دست آمده است. مقدار پروتئین در عضلات آبزیان بین ۱۵ تا ۲۵ درصد متغیر است که در هنگام عدم دستیابی به موادغذایی برای مدت طولانی این مقدار ممکن است به حد زیادی کاهش یابد و به ۱۵ درصد هم برسد(Rehbein & Oehlenschlager, 2009). درصد پروتئین فیله تیلاپیای نیل در زمان نگهداری در سردخانه کاهش یافته است. این کاهش از ۱۸/۷۰ به ۱۷/۰۰ درصد در نمونه های با انجماد کند بوده است. ولی در نمونه های با انجماد تند میزان این کاهش کمتر و از ۱۸/۷۰ به ۱۷/۶۱ درصد

[7] Thawing
[8] *Stromateus cinereus*
[9] *Sarotherodun galiaenus*

رسیده است. انجماد و نگهداری در سردخانه تاثیر قابل توجهی در کمیت پروتئین های ماهی ندارد اما در زمان انجماد زدایی به علت خروج آبچک که شامل مایع درون و خارج سلول است، پروتئین های محلول در آب و همچنین سایر ترکیبات مغذی از دست می رود که حجم آن بسیارمتغیراست.

در این مطالعه با توجه به حجم بالای آبچک در نمونه های انجماد کند درصد پائین تر پروتئین دراین تیمار در مقایسه با انجماد تند مشاهده گردید($P<0.05$). نتایج مشابه ای را Arannilewa و همکاران (۲۰۰۵) بر روی تیلاپیا گزارش کردند . آنها کاهش پروتئین را از ۱۷/۸۰ درصد به ۱۵/۷۰ درصد در انجماد کند مشاهده کردند. در مطالعه ای دیگر Badii و همکاران (۲۰۰۲) کاهش پروتئین را بعد از گذشت ۷ ماه در انجماد کند از ۱۲۰ میلی گرم به ۱۸ میلی گرم در بافت عضله ماهی کاد مشاهده کردند.

چربیها جزئی از ترکیب شیمیایی عضله ماهی هستند که اختلاف زیادی را از نظر مقدار در بدن ماهی نشان میدهند (Oehlenschlager & Rhbein, 2009) . مقدار چربی در بافت عضله تیلاپیای نیل در مطالعه حاضر ۱/۳۰ درصد وزن تر عضله به دست آمد(جدول۱). مقدار چربی ماهی تیلاپیای نیل در مطالعه Osydus و همکاران (۲۰۱۱) ۲ درصد، در مطالعه Rasoarahona و همکاران (۲۰۰۵) ۱/۰۸ درصد و در مطالعه Bahurmiz و Ng (۲۰۰۹) ۱/۷۴ درصد گزارش شده است.

تغییرات چربی در پروژه حاضر بیانگر کاهش درصد چربی نمونه ها با افزایش زمان نگهداری در سردخانه می باشد ($P<0/05$). در تیلاپیای نیل این کاهش از ۱/۳۰ درصد در نمونه های تازه به ۰/۶۱ در تیمارهای با انجماد کند و ۰/۹۱ درصد در تیمارهای با انجماد تند بوده است. کاهش بیشتر چربی در نمونه های انجماد کند را میتوان به نرخ بالاتر اکسیداسیون و فعالیت بیشتر آنزیم ها در نمونه های با انجماد کند در مقایسه با انجماد تند نسبت داد (Pawar && Magar, 1965). چربی موجود در ماهی در زمان انجماد در معرض اکسیداسیون و اتولیز قرار می گیرد. در طی فرآیند اکسیداسیون، اسیدهای چرب غیراشباع در ماهی با اکسیژن هوا ترکیب شده و طی سه مرحله تولید پراکسید، کتون و آلدهید می کند. کاهش درصد چربی کل و همچنین تفاوت این کاهش درتیمارهای مختلف حاصل از انجمادکندو تند در مطالعه Pawar و Magar(۱۹۶۵) که بر روی ماهی پومفرت انجام شد گزارش شده است . در بررسی آنها مقدار چربی ماهی پمفرت از ۲/۰۱ درصد به ۰/۹ درصد در انجماد کند و ۱/۵ درصد در انجماد تند رسیده است.

امتیازات مربوط به آزمون ارزیابی حسی نشان می دهد (جدول ۳) که با افزایش زمان نگهداری محصول منجمد در سردخانه امتیازات مربوط به رنگ، بو، طعم و مزه و بافت نمونه ها کاهش مییابد. نتایج نشان داد که نمونه های منجمد شده بروش کند از امتیاز پائین تری نسبت به نمونه های انجماد تند برخوردار بوده اند. این تفاوت در امتیاز را میتوان به تغییرات متفاوت ایجاد شده در نمونه ها در اثر دو روش انجماد تند و کند مرتبط دانست. تغییرات شدید تر در ساختمان، آبچک بیشتر، تغییرات بیشتر در ترکیبات تقریبی نمونه های انجماد کند در مقایسه با انجماد تند قابلیت پذیرش این نمونه ها را کاهش داده است. Lakshmanan و همکاران (۱۹۹۰) کاهش امتیازات رنگ، بو، بافت و طعم و مزه را در فیله ماهی کاد در انجماد کند در پایان زمان نگهداری در سردخانه مشاهده کردند. در مطالعه Alizadeh و همکاران (۲۰۰۷) کاهش معنی دار امتیازات بافت و رنگ عضله را در ماهی آزاد[10] مشاهده کردند و امتیازات مربوط به این دو فاکتور در انجماد کند در پایان زمان نگهداری در سردخانه کمتر از نمونه های با انجماد تند بوده است($P<0.05$).

همانطور که در جدول ۴ آمده است، درصد آبچک با افزایش زمان نگهداری در سردخانه رابطه مستقیم دارد و این افزایش در نمونه های با انجماد کند بیشتر از انجماد تند بوده است($P<0/05$). مطالعات زیادی انجام شده است که نشان دهنده افزایش آبچک و کاهش وزن ماهی بعد از انجمادزدایی می باشد(Chevalier *et al*., 2001; Cao *et al*., 2003; Makari *et al*., 2007). با افزایش سرعت و زمان انجماد درصد آبچک کاهش می یابد. این امر به علت تفاوت در محل

[10] *Salmo salar*

قرار گیری کریستالهای یخی و اندازه و شکل آنها و به تبع آن آسیبهای فیزیکی فیبرهای عضله می باشد. کریستالهای یخی بزرگ و نامنظم خارج سلولی آسیب بیشتری به دیواره سلولی وارد می کند، به همین دلیل در انجماد کند شاهد درصد بیشتر آبچک هستیم. در مطالعه Alizadeh و همکاران (۲۰۰۷) که مقایسه اثر انجماد کند و تند بر روی ماهی آزاد می باشد، درصد آبچک نمونه ها در انجماد کند بعد از گذشت یک ماه به ۱۱/۲۵ درصد و در انجماد تند به ۷/۷۵ درصد رسید($P<0/05$).

روش های مختلفی برای تشخیص و اندازه گیری دناتوره شدن فیله ماهی از قبیل حلالیت میوفیبریل، ویسکوزیته اکتومیوزین، فعالیت آنزیم آدونوزین تری فسفات و مشاهده میکروسکوپی بافت داخلی وجود دارد (Suzuki, 1981). مشاهده با روش میکروسکوپ الکترونی روشی است که در این مطالعه برای مشاهده تغییرات بافت و دناتوره شدن مورد استفاده قرار گرفت. همانطوریکه مشاهده می شود پیش از انجماد اکتومیوزین ساختمان کاملاً مشخص را از خود نشان میدهد اما پس از گذشت چندین هفته از نگهداری در سردخانه ساختمان طبیعی آنها از بین رفته و فیلامان های در هم پیچیده مشاهده می شود. مطالعات مختلفی بر روی تغییرات ساختاری بافت و دناتوره شدن بافت عضله ماهی و همچنین تاثیر انواع سرعت و زمان انجماد بر آنها شده است و مشاهده شده که با افزایش سرعت انجماد و کاهش زمان آن میزان این تغییرات به حداقل می رسد(Bello & Luft, 1982; Chen & Pan, 1997; Alizadeh *et al*., 2007).همچنین عامل مهم دیگری که باعث تخریب ساختار بافت می شود کریستال های یخی می باشد که در زمان انجماد شکل می گیرد و باعث آسیب دیواره سلول و در نهایت بافت می شود. هر چه سرعت انجماد کمتر باشد و عبور از مرحله بحرانی انجماد سریعتر اتفاق بیفتد اندازه این کریستال ها کوچکتر و متحد الشکل تر خواهند بود و به جای خارج سلول داخل آن شکل می گیرند و آسیب کمتری به بافت خواهند زد. در مطالعه حاظر (شکل ۱) مشاهده می شود در تیمار های با انجماد تند، تخریب کمتری در بافت صورت گرفته که می تواند به علت کوچکتر بودن همین کریستال های یخی باشد. همین نتایج در مطالعه Alizadeh و همکاران (۲۰۰۶) و Bello و Luft (۱۹۸۲) بدست آمده است.

فهرست منابع

Alizadeh E., Chapleau N., Lamballerie M.D.E. and Lebail A. 2007. Effects of freezing and thawing processes on the quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets, Food Engineering and Physical Properties, 72:279-284.

AOAC. 2002. Association of Official Analytical Chemists, 16 Edition, Washington DC, USA.

Arannilewa S.T., Salawu S. O. and Sorungbe A.A. 2005. Effect of frozen period on the chemical, microbiological and sensory quality of frozen tilapia fish (*Sarotherdun galiaenus*), African Journal of Biotechnology, 4: 852-855.

Badii F., Nazlin K. and Howell K. 2002. Changes in the texture and structure of Cod and Haddock fillets during frozen storage. Food Hydrocolloids, 16: 313-319.

Bello R.A. and Luft J.H. 1982. Ultrastructural study of skeletal fish Muscle after freezing at different rates, Journal of Food Science, 47:1389- 1394.

Chen Y.L. and Pan B.S. 1995. Freezing tilapia by airblast and liquid nitrogen-freezing point and freezing rate, International Journal of Food Science and Technology, 30:167-173.

Chevalier D., Munoz A.S. and Ghoul M. 2001. Effect of freezing conditions and storage on ice crystal and drip volume in turbot evaluation of pressure shift freezing

Lin, D. and Morrissey M.T. 1994. Iced storage characteristics of Northern squawfish (*Ptychocheilus oregonensis*), Journal of Aquatic Food Production Technology,3: 25-43.

Lioreca E., Isabel H., Isabel P.M., Amparo Q., Virginia L. and Susana M.F. 2003. Effect of batter formulation on lipid uptake during frying and lipid fraction of frozen battered squid, European Food Research and Technology, 216:297-302.

Makari M., Melvin M., Hotos G. and Doubi X. 2007. The biochemical and sensory properties of gilthead sea bream frozen at different characteristic freezing times, Journal of Food Quality,30:970-992.

Osibona A.O., Kusemiju K. and Akande G.R. 2009. Fatty acid composition and amino acid profile of two freshwater species, African catfish (*Clarias gariepinus*) and tilapia (*Tilapia zillii*), African Journal of Agriculture, 9:608-621.

Pawar S.S. and Magar N.G. 1965. Chemical changes during frozen storage of Pomphrets, mackerel, and Sardines. Journal of Fisheries Research. 38: 87-93.

Rasoarahona J.R.E. Barnathan G. and Gaydou E.M. 2005. Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three tilapia species from Madagascar, Food Chemistry, 91: 683-694.

Rhbein H. and Oehlenschlager J. 2009. Fishery Products Quality, Safety and VS. Air-blast freezing, Innovative Food Science and Emerging Technology, 1:193-201.

Delgado A.E. and Rubiolo A.C. 2005. Microstructural changes in strawberry after freezing and thawing processes, Food Science and Technology, 38:135-142.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2010. The State of World Fisheries and Aquaculture, FAO, Rome.

Garduno M. Herrera J.R. and Cruz J.D. 2007. Nutrient composition and sensory evaluation of fillets from wild-type nile tilapia and a red hybrid, Aquaculture Research, 38: 1074-1081.

Hall G.M. 2011. Fish Processing-Sustainability and New Opportunities, Blackwell Publishing.

Johnston W.A., Nicholson F.J., Roger A. and Stroud G.D. 1994. Freezing and refrigerated storage in fisheries, FAO Fisheries Technical Paper.

Karacam H. and Boran M. 1996. Quality changes in frozen whole and gutted anchovies during storage at – 18 C, International Journal of Food Science and Technology, 31:527-531.

Lakshmisha I.P., Ravishankar C.N., Ninan G., Mohan C.O. and Gopal T.K.S. 2008. Effect of freezing time on the quality of Indian Mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) during frozen storage Sensory and Food quality,37: 345-353.

authenticity, John Wiley and Sons Publishing.

Suzuki T. 1981. Fish and Krill Protein, Science Publishing.

Usydus Z., Adamczyk M. and Szatkowska U. 2011. Marine and farmed fish in the polish market: Comparison of the nutritional value, Food Chemistry, 126:78-84.

Venugopal V. 2006. Seafood Processing, CRC Press Publishing

The effects of slow and quick freezing methods on microstructure, drip loss, proximate compositions and sensory properties of Nil Tilapia (*nilticus Oreochromis*) fillets

Babak Karami[1], Yazdan Moradi[2*], Abba Ali Motalebi[3], Syed Ebrahim Hossini[4], Mehdi Soltani[5]

ymorady@yahoo.com

1,4,5-Islamic Azdad University, Science and Research Unit

2,3-Iranian Fisheries Research Organization

Key words: Proximate analysis, Drip loss, Freezing, Microstructure, Fillet, Tilapia

Abstract

The aim of this study was to investigate the effects of slow and quick freezing on the changes in sensory properties, drip loss, microstructure and proximate compositions of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets. For this reason, skined off and deboned tilapia fillets were frozen by slow and quick freezing methods. The samples were packed and stored at -18 $^{\circ}$C for six months. Proximate composition, drip loss, and sensory evaluation of the samples were determined on a montly basis. Microstructure of the samples was studied using Scanning Electron Microscopy (SEM) every second month. Results indicated that fresh tilapia fillets had 1/30, 18/70, 1/85, 79/12 percentage of fat, protein, ash and moisture contents, respectively. The amounts of proximate compositions were changed during the storageperiod. Quick frozen samples had significantly lower changes than slow frozen samples. The percentage of the drip in the slow frozen samples was significantly higher than quick frozen samples. SEM micrographs were also showed that the changes in the microstructure of the samples were different in the slow and frozen samples. Slow freezing method resulted in the higher damage in the microstructure of the samples than quick freezing method. Sensory evaluation of the samples indicated a better acceptability for the quick frozen samples than that for slow frozen sample.

**Corresponding author*