ارزیابی کیفیت ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) منجمد شده قبل و بعد از جمود نعشی، طی نگهداری در یخچال (۴±۱°C)

محسن جلالیان[۱*]، بهاره شعبان پور[۲]، علی شعبانی[۲]، سعید گرگین[۳] و مرتضی خمیری[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- استادیار گروه صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- مربی گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۲۱ تاریخ پذیرش: ۸۹/۶/۲۲)

چکیده

هدف از این مطالعه ارزیابی کیفیت ماهی فیتوفاگ انجمادزدایی شده در یخچال بود. ماهیان فیتوفاگ قبل و بعد از گذراندن جمود نعشی به مدت ۳ ماه در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد به شکل منجمد، نگهداری گردیدند. سپس، بعد از انجمادزدایی به مدت ۱۲ روز در یخچال نگهداری شدند و طی نگهداری ارزیابی کیفی ماهیان در روزهای ۰، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ از طریق اندازه گیری فاکتورهای شیمیایی (اسیدهای چرب آزاد، تیوباربیتوریک اسید، مجموع بازهای نیتروژنی فرار، رطوبت تحت فشار، pH، و میزان رطوبت)، میکروبی (شمارش کلی باکتری ها) و حسی (ماهی خام و پخته) انجام شد. انجماد پس از جمود و افزایش زمان نگهداری باعث افزایش میزان اسیدهای چرب آزاد، تیوباربیتوریک اسید، رطوبت تحت فشار وpH شد ولی میزان رطوبت کاهش یافت. اگرچه مجموع بازهای نیتروژنی فرار با افزایش زمان نگهداری در یخچال افزایش یافت ولی این مقدار در ماهیان منجمد شده بعد از جمود کمتر از ماهیان منجمد شده قبل از جمود بود.

همچنین شمارش کلی باکتری ها بیانگر افزایش تعداد باکتری ها در ماهیان منجمد شده بعد از جمود بود ($p< ۰/۰۵$). اگر چه ماهی فیتوفاگ از نظر فاکتورهای ارزیابی کیفی شیمیایی و میکروبی طی ۱۲ روز نگهداری در یخچال قابل مصرف بود ولی آنالیز حسی ماهی خام و پخته بیانگر کیفیت نامناسب ماهی فیتوفاگ بترتیب بعد از ۶ و ۳ روز در ماهیان منجمد قبل و بعد از جمود بود. بنابراین بر اساس نتایج بدست آمده انجماد ماهیان فیتوفاگ قبل از شروع جمود منجر به افزایش ماندگاری آنها طی نگهداری در یخچال گردید.

کلید واژه گان: جمود نعشی، کیفیت، ماهی فیتوفاگ، انجماد، نگهداری در یخچال

* مسئول مکاتبات: mohsenjalalyan@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

۱- مقدمه

ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) یکی از گونه های ماهیان گرمابی است که به دلیل استفاده از سطح اول هرم غذایی (فیتوپلانکتون ها)، رشد سریع، پرورش آسان، ضریب تبدیل غذایی بالا و ارزش غذایی مناسب به طور گسترده ای در بسیاری از کشورهای جهان مورد پرورش قرار می گیرد [۱]. در ایران نیز بر اساس سالنامه آمار شیلات ایران تولید کپور ماهیان در سال ۱۳۸۶، ۹۷۲۶۲ تن بوده است که بخش عمده آن را ماهی فیتوفاگ تشکیل می دهد. این ماهی در فصل تولید به میزان انبوه از مزارع پرورشی برداشت می شود و معمولا به شکل تازه یا منجمد، کامل یا فیله شده به فروش می رسد. بنابراین با توجه به تولید بالای این گونه و به دلیل اینکه ماهی نسبت به سایر فرآورده های گوشتی قابلیت فساد بیشتری دارد، حفظ کیفیت آن پس از برداشت دارای اهمیت زیادی است. هدف از انجماد و سردسازی ماهیان نیز افزایش ماندگاری و کاهش فعالیت های میکروبی و آنزیمی است که در تخریب و فساد ماهی نقش مهمی دارند [۲]. زمان انجماد در ارتباط با وضعیت جمود نعشی و تاثیر آن بر کیفیت ماهی از اهمیت خاصی برخوردار است [۳]. اساسا مشکلات ناشی از جمود نعشی به زمان منجمد کردن ماهیان بستگی دارد که از جمله این مشکلات، می توان به دست دادن آبچک زیاد پس از انجمادزدایی، تغییرات بافتی و تکه تکه شدن عضلات در ماهیان اشاره کرد. علت وقوع جمود نعشی پس از مرگ ماهی، کاهش اکسیژن عضلات و فقدان انرژی است که منجر به انقباض شدید فیبرهای عضلانی (اکتین-میوزین) می گردد [۴]. فاکتورهایی مثل شرایط فیزیکی ماهی پس از مرگ و دمایی که ماهی در آن نگهداری می شود به طور مشخصی می توانند بر زمانی که ماهی وارد جمود می شود یا از جمود خارج می شود تاثیر گذار باشند. به هر حال ماهیان تولیدی باید در اسرع وقت و با بالاترین کیفیت به دست مشتریان برسند. در هر صورت مقداری از آنها به علت فاصله محل تولید تا بازار مصرف باید منجمد شوند و پس از انجمادزدایی در بازار عرضه شوند. عرضه ماهیان انجمادزدایی شده به صورت سرد (نگهداری شده در یخ و یخچال) بیشتر در ماهیان دریایی دیده می شود [۵، ۶، ۷ و۸] و در ماهیان آب شیرین کمتر دیده می شود. بنابراین با انجام مطالعات می توان پتانسیل ماندگاری و عرضه ماهیان آب شیرین انجمادزدایی شده در شرایط سرد را بررسی نمود. نگهدار ی ماهیان در شرایط سرد با مجموعه ای از تغییرات کیفی همراه است. مارتینز دوتیر و ماگنوسون [۴] کیفیت فیله ماهی کاد انجمادزدایی شده و نگهداری شده در یخچال به مدت ۹ روز را بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد فیله هایی که قبل از جمود منجمد شده بودند طی مدت نگهداری در یخچال کیفیت بهتری را در مقایسه با فیله های منجمد شده بعد از جمود نشان دادند. همچنین در بررسی ناتسبا و همکاران [۹] مشخص گردید ماهیانی که قبل از انجماد جمود را گذرانده بودند در مقایسه با ماهیانی که قبل از طی کردن جمود منجمد شده بودند کیفیت پایین تری از نظر ارزیابی کیفی شیمیایی داشتند. تازگی، تنها خصوصیت مهم، هنگام ارزیابی کیفیت ماهی است [۱۰]. محققین از روشهای میکربیولوژیکی، بیوشیمیایی و حسی جهت ارزیابی کیفیت تازگی ماهی طی نگهداری استفاده می کنند ولی از آنجا که برخی فاکتورهای شیمیایی شاخص دقیقی برای بیان تازگی ماهی نیستند [۱۱، ۱۲ و ۱۳] و از طرفی ناپایداری ترکیبات اکسیداسیون و تمایل آنها به واکنش با مواد آمینی بیوژنیک مانند پروتئین ها، اسیدهای آمینه آزاد و فسفولیپیدها باعث بروز مشکلاتی در روشهای عمومی تعیین کیفیت می شود، بنابراین استفاده از روش های ارزیابی حسی همزمان با اندازه گیری شاخص های شیمیایی و میکروبی به عنوان روشی مکمل برای تعیین میزان فساد ماهی طی دوره نگهداری در نظر گرفته می شود. هدف از این تحقیق ارزیابی کیفیت و ماندگاری ماهی فیتوفاگ انجمادزدایی شده در یخچال بود. این مهم با بررسی اثر جمود بر تغییرات کیفی حسی، میکروبی و شیمیایی ماهیان انجمادزدایی شده طی نگهداری در یخچال انجام شد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

۲- مواد و روش ها

۲-۱- آماده سازی نمونه ها

تعداد ۳۶ عدد ماهی فیتوفاگ به صورت زنده از یک مزرعه پرورش ماهی در شهرستان اینچه برون با وزن ۶۰۰-۵۰۰ گرم تهیه شدند و با تانکر مجهز به کپسول اکسیژن، ویژه حمل ماهی، به آزمایشگاه شیمی دانشکده شیلات و محیط زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شدند. پس از مرگ، ماهیان به دو دسته تقسیم شدند. سه نمونه از ماهیان دسته اول قبل از اینکه جمود در آنها شروع شود به طور تصادفی مورد آنالیز شیمیایی، میکروبی و حسی قرار گرفتند و بقیه ماهیان این دسته به مدت سه ماه در فریزر ۱۸- درجه سانتیگراد نگهداری شدند. ماهیان دسته دوم جهت طی کردن جمود در یخ به نسبت ۲ به ۱ (یخ به ماهی) قرار گرفتند. آزمایش ارزیابی میزان پیشرفت جمود به روش بیتو و همکاران [۱۴] انجام شد و پس از اتمام جمود سه ماهی به طور تصادفی انتخاب و مورد آنالیز شیمیایی، میکروبی و حسی قرار گرفتند و بقیه ماهیان این دسته نیز به مدت سه ماه در فریزر ۱۸- درجه سانتیگراد نگهداری شدند. پس از گذشت سه ماه هر دو دسته ماهیان از فریزر خارج و پس از انجمادزدایی به مدت ۱۲ روز در یخچال نگهداری گردیدند. اندازه گیری شاخص های کیفی شیمیایی، میکروبی و حسی در روزهای ۰، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ با سه تکرار انجام شد.

۲-۲- روش ها

برای اندازه گیری شاخص های فساد، گوشت ماهیان پس از چرخ کردن مورد آزمایش قرار گرفت. مقادیر اسیدهای چرب آزاد[1] (FFA) با استفاده از اضافه کردن ۲۵ سی سی الکل اتیلیک گرم حاوی یک قطره سود ۰/۱ نرمال و خنثی شده با ۳ قطره فنل فتالئین به روغن ماهی و تیتر کردن آن با سود ۰/۱ نرمال به روش ایگان و همکاران [۱۵]، تیوباربیتوریک اسید[2] (TBA) به روش رنگ سنجی کیرک و ساویر [۱۶]، مجموع بازهای نیتروژنی فرار[3] (TVB-N) به روش تقطیر کلدال پروانه [۱۷]، میزان رطوبت تحت فشار[4] با استفاده از قرار دادن یک قطعه گوشت به ابعاد ۱×۱cm بین دو کاغذ صافی واتمن ۴۲ تحت تاثیر وزنه، به روش سوانیچ و همکاران [۱۸]، میزان pH به روش سونتاما و همکاران [۱۹]، درصد رطوبت با استفاده از قرار دادن ۵ گرم نمونه در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد تا رسیدن به وزن ثابت [۲۰] و کشت باکتری به روش پور- پلیت در محیط کشت پلیت کانت آگار [۱۰] انجام شد. برای ارزیابی حسی ظاهری ماهی فیتوفاگ مطابق جدول ۱ اعضای پانل به خواص حسی نظیر بافت، ظاهر عمومی، بوی آبشش، ظاهر آبشش و وضعیت چشم با استفاده از آنالیز ۴ نمره ای، امتیاز دادند [۲۱]. همچنین جهت ارزیابی طعم، بو، رنگ و پذیرش کلی ماهی پخته، ماهیان فیتوفاگ به مدت ۴۰ دقیقه در دمای ۹۸ درجه سانتیگراد بخارپز شدند. سپس اعضای پانل به خواص حسی ماهی پخته شده به شرح زیر امتیاز دادند: عالی، ۵؛ خوب، ۴؛ نسبتا خوب (قابل پذیرش)، ۳؛ نامطلوب، ۲؛ خیلی نامطلوب، ۱.

۲-۳- آنالیز آماری

از برنامه نرم افزاری SPSS و آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) برای تجزیه و تحلیل داده ها استفاده شد. جهت انجام مقایسات میانگین از آزمون LSD در سطح (α=0.05) استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث

جدول ۲، مقادیر اندازه گیری شده اسیدهای چرب آزاد، تیوباربیتوریک اسید، مجموع بازهای نیتروژنی فرار، رطوبت تحت فشار، pH، میزان رطوبت و شمارش کلی باکتری ها[5] را قبل از انجماد ماهیان نشان می دهد. نتایج آنالیز حسی ماهی فیتوفاگ خام و پخته نشان داده نشد.

1. Free fatty acids
2. Thiobarbituric acid
3. Total volatile basic nitrogen
4. Expressible moisture
1. Total viable counts

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

جدول ۱ معیار برای اندازه گیری عوامل حسی مورد آزمون

بافت	ظاهر عمومی	بوی آبشش	ظاهر آبشش	چشم	امتیاز
بافت سفت است و قابلیت ارتجاعی دارد. فرورفتگی ناشی از فشار دست بسرعت برطرف می شود.	ظاهر عمومی خوب و پوست درخشنده و شفاف است.	آبشش ماهی بوی تازگی و خاص گونه دارد.	آبشش به رنگ قرمز روشن است واندکی موکوس دارد.	چشم شفاف و روشن است و حالت محدب دارد.	۰
بافت سفت است اما تا حدی قابلیت ارتجاعی خود را از دست داده است. فرورفتگی ناشی از فشار دست به آهستگی برطرف می شود.	ظاهر عمومی خوب است، اما پوست تا حدی درخشندگی خود را از دست داده است.	بوی خاص ماهی از بین رفته و آبشش فاقد بو است.	آبشش به رنگ قرمز است و مقداری موکوس دارد.	چشم اندکی کدر و تا حدی تحدب آن کم شده است.	۱
بافت سفتی کمی دارد. فرورفتگی ناشی از فشار دست ممکن است در بافت باقی بماند.	درخشندگی ماهی و رنگ پوست آن کم شده است.	بوی آبششش تندی کم تا متوسط دارد.	رنگ آبشش قرمز صورتی تا قهوه ای و دارای مقداری موکوس است.	تحدب چشم از بین رفته و چشم به رنگ شیری شده است.	۲
بافت کاملا نرم است	پوست ماهی فاقد درخشندگی بوده و رنگ آن محو شده است.	بوی آبشش خیلی تند وتعفن آور است.	رنگ آبشش قهوه ای است، می تواند موکوس زیادی داشته باشد.	چشم بدون تحدب، فرورفته و شیری رنگ است.	۳

جدول ۲ مقادیر اسیدهای چرب آزاد، تیوباربیتوریک اسید، مجموع بازهای نیتروژنی فرار، رطوبت تحت فشار، pH، میزان رطوبت و شمارش کلی باکتری ها در ماهی فیتوفاگ تازه قبل و بعد از جمود نعشی

ماهی فیتوفاگ تازه	FFA	TBA	TVB-N	EM	pH	M	TVC
قبل از جمود	۱/۰۹±۰/۰۱	۰/۲±۰/۰۴	۱۶/۸۸±۰/۲۴	۲۵/۰۶±۰/۳۰	۷/۰۵±۰/۱۵	۸۰/۱۱±۰/۶۳	۰/۷۹±۰/۰۳
بعد از جمود	۱/۲۰±۰/۰۳	۰/۳۹±۰/۰۱	۱۷/۸۵±۰/۷۰	۲۴/۹۲±۰/۲۵	۶/۷۱±۰/۱۲	۷۹/۸۳±۰/۸۴	۱/۰۶±۰/۰۵

مقادیر میانگین FFA، TBA، TVN، EM، pH، M و TVC با سه تکرار± SD. FFA: اسیدهای چرب آزاد (درصد اولئیک اسید)،TBA : تیوباربیتوریک اسید (میلی گرم مالون آلدهید در کیلوگرم بافت)، TVN: مقدار کل بازهای ازته فرار (میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم بافت، M: میزان رطوبت بر حسب درصد، TVC: شمارش کلی باکتریها بر حسب Log cfu/g

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

جدول ۳ مقادیر اسیدهای چرب آزاد، تیوباربیتوریک اسید، مجموع بازهای نیتروژنی فرار، رطوبت تحت فشار، pH، میزان رطوبت و شمارش کلی باکتری ها در ماهی فیتوفاگ منجمد شده قبل از جمود طی نگهداری در یخچال

روزهای نگهداری در یخچال	FFA	TBA	TVB-N	EM	pH	M
۰	۱/۷۴±۰/۰۱^{d}	۰/۳۱^{e}	۲۲/۹۴±۱/۲۶^{d}	۳۲±۰/۱۵^{a}	۶/۴۸±۰/۰۹^{a}	۷۸/۹۵±۱/۰۱^{a}
۳	۲/۵۵±۰/۰۵^{c}	۰/۴±۰/۰۶^{d}	۲۶/۸۸±۱/۱۲^{c}	۲۸/۴۹±۰/۶۵^{b}	۶/۶۱±۰/۱۵^{a}	۷۸/۹۰±۰/۴۳^{a}
۶	۳/۹۲±۰/۱۷^{b}	۰/۶۷±۰/۰۴^{c}	۲۷/۳۰±۰/۱^{c}	۲۷/۳۰±۰/۱^{bc}	۶/۵۹±۰/۱۱^{a}	۷۹/۷۵±۰/۴۳^{a}
۹	۳/۸۷±۰/۱^{b}	۰/۹۳±۰/۰۶^{b}	۲۸/۹۳±۰/۸^{b}	۲۶/۴۳±۰/۹۲^{c}	۶/۵۴±۰/۰۶^{a}	۷۷/۰۶±۰/۷۶^{b}
۱۲	۴/۷۵±۰/۱۷^{a}	۲/۶۰±۰/۷۷^{a}	۳۶/۸۶±۱/۶۸^{a}	۲۵/۹۴±۰/۵۹^{c}	۶/۴۸±۰/۰۷^{a}	۷۷/۴۹±۰/۹۱^{b}

مقادیر میانگین FFA، TBA، TVN، EM، pH، M، با سه تکرار± SD. FFA: اسیدهای چرب آزاد (درصد اولئیک اسید)،TBA : تیوباربیتوریک اسید (میلی گرم مالون آلدهید در کیلوگرم بافت)، TVB-N: مقدار کل بازهای ازته فرار (میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم بافت، M: میزان رطوبت بر حسب درصد

جدول ۴ مقادیر اسیدهای چرب آزاد، تیوباربیتوریک اسید، مجموع بازهای نیتروژنی فرار، رطوبت تحت فشار، pH، میزان رطوبت و شمارش کلی باکتری ها در ماهی فیتوفاگ منجمد شده قبل از جمود طی نگهداری در یخچال

روزهای نگهداری در یخچال	FFA	TBA	TVN	EM	pH	M
۰	۱/۸۶±۰/۰۲^{d}	۰/۷۴±۰/۰۴^{a}	۲۰/۵۵±۱/۳۹^{c}	۳۳/۳۷±۰/۶۳^{a}	۶/۸۱^{ac}	۷۷/۷۱±۰/۲^{a}
۳	۲/۶۲±۰/۱۸^{c}	۱/۶۰±۰/۰۴^{b}	۲۰/۷۱±۰/۸۸^{c}	۲۹/۰۶±۱/۰۴^{b}	۶/۶۸±۰/۰۱^{bcd}	۷۵/۵۶±۰/۹۶^{b}
۶	۲/۷۳±۰/۱۸^{c}	۲/۸۵±۰/۲۷^{c}	۲۳/۵۶±۰/۷۴^{b}	۳۲/۸۱±۰/۵۷^{a}	۶/۸۴±۰/۱۵^{a}	۷۵/۷۸±۰/۵^{b}
۹	۳/۴۵±۰/۱۴^{b}	۳/۲۵±۰/۴۳^{d}	۲۴/۰۲±۱/۲۹^{b}	۳۰/۲۸±۱/۷۶^{b}	۶/۶۶±۰/۰۴^{bc}	۷۳/۴۹±۰/۹۴^{c}
۱۲	۴/۸۳±۰/۰۷^{a}	۴/۷۵±۰/۱^{e}	۳۳/۳۶±۰/۲۸^{a}	۳۲/۱۱±۰/۴۶^{a}	۶/۸۳±۰/۰۷^{ad}	۷۳/۰۴±۰/۵۴^{c}

مقادیر میانگین FFA، TBA، TVN، EM، pH، M، با سه تکرار± SD. FFA: اسیدهای چرب آزاد (درصد اولئیک اسید)،TBA : تیوباربیتوریک اسید (میلی گرم مالون آلدهید در کیلوگرم بافت)، TVB-N: مقدار کل بازهای ازته فرار (میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم بافت، M: میزان رطوبت بر حسب درصد

اعضای پانل به هر دو دسته ماهیان تازه قبل و بعد از جمود نعشی امتیاز کامل دادند.

با توجه به نتایج بدست آمده از میزان اسید های چرب آزاد در جداول ۳ و ۴، طی نگهداری ماهی فیتوفاگ انجمادزدایی شده در یخچال فساد هیدرولیتیکی مشاهده شد. بعد از مرگ ماهی آنزیم های هیدرولیز کننده چربی می توانند میزان اسید های چرب آزاد گوشت ماهی را افزایش دهند [۲۲ و ۲۳]. بنابراین تعیین میزان اسیدهای چرب آزاد یک شاخص خوب برای بیان اثر آنزیم های لیپولیتیک بر چربی ماهیان و سایر فرآورده های گوشتی است [۲۴]. اگر چه بر اساس گزارش های موجود اسیدهای چرب آزاد به طور مستقیم باعث افت کیفیت محصول نمی شوند [۲۵] اما این اسیدهای چرب آزاد می توانند در فرآیند اکسیداسیون چربی شرکت کنند. افزایش اکسیداسیون چربی، گسترش طعم نامطلوب، تسریع در فساد و کاهش کیفیت محصول و دناتوره شدن پروتئین از نتایج افزایش اسیدهای چرب آزاد [۲۲] در ماهیان نگهداری شده در یخچال است. نتایج این مطالعه بیان کننده افزایش

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

تدریجی میزان اسیدهای چرب آزاد در نمونه های منجمد قبل و بعد از جمود نعشی طی مدت نگهداری در یخچال بود. بیشترین میزان اسیدهای چرب آزاد در نمونه های منجمد قبل و بعد از جمود نعشی طی دوره ۱۲ روزه بترتیب ۴/۷۵ و ۴/۸۳ بر حسب درصد اسید اولئیک بود. افزایش میزان اسیدهای چرب آزاد طی نگهداری ماهیان در شرایط سرد پیش از این در ماهیان ساردین ، ماکرل و ویتینگ [۲۶] و توربوت [۲۷] گزارش شده بود.

اکسیداسیون چربی ماهیان فیتوفاگ طی نگهداری در یخچال با شاخص TBA مشخص گردید (جداول ۳ و ۴). اندازه گیری میزان TBA یک شاخص مناسب تعیین کیفیت در ماهیان منجمد و سرد شده است [۲۸]. میزان TBA در ماهیان منجمد شده بعد از جمود، در تمام روزهای نگهداری به جز روز صفر، به طور معنی داری ($P< ۰/۰۵$) بیشتر از نمونه های منجمد شده قبل از جمود بود. بیشترین میزان TBA برای نمونه های منجمد شده قبل و بعد از جمود در روز ۱۲ نگهداری بدست آمد. اگر چه در این مطالعه میزان TBA با افزایش زمان نگهداری در یخچال در دو تیمار منجمد شده قبل و بعد از جمود، افزایش نشان داد ولی ممکن است به دلیل واکنش مالون آلدهید با آمین ها، فسفو لیپیدها، پروتئین ها و سایر آلدهیدهایی که محصولات نهایی اکسیداسیون چربی هستند مقدار TBA کمتر از مقدار واقعی مشاهده شود [۲۹]. در این مطالعه یخ گذاری قبل از انجماد به منظور رفع جمود منجر به افزایش میزان TBA در نمونه های منجمد شده بعد از جمود شد. ناتسبا و همکاران [۹] با مطالعه بر تاثیر یخ گذاری قبل از انجماد روی ماهی نایل پرک (*Lates niloticus*) به این نتیجه رسیدند که میزان افزایش TBA بستگی به مدت زمان یخ گذاری قبل از انجماد دارد. در مطالعه آنها افزایش دوره یخ گذاری قبل از انجماد از ساعت ۳ ساعت به ۷۲ ساعت به طور معنی داری میزان TBA را طی ۵ ماه انجماد افزایش داد.

مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) در ماهیان منجمد شده قبل و بعد از جمود با افزایش دوره نگهداری افزایش یافت. حد نهایی میزان TVB-N، برای فرآورده های ماهی ۳۵ میلی گرم نیتروژن در صد گرم بافت، لحاظ شده است [۳۰]، به طوریکه اگر میزان TVB-N بیشتر از این مقدار باشد برای مصرف انسان نامناسب می باشد. در این مطالعه، میزان TVB-N در ماهیان منجمد شده قبل از جمود بین ۳۶/۸۶-۲۲/۹۴ میلی گرم نیتروژن در صد گرم بافت و در ماهیان منجمد شده پس از جمود بین ۳۳/۳۶-۲۰/۵۵ میلی گرم نیتروژن در صد گرم بافت بود. اگرچه میزان TVB-N عمدتا تحت تاثیر فعالیت های باکتریایی عضله ماهی است ولی با توجه به اینکه شمارش کلی باکتریها در ماهیان منجمد شده بعد از جمود بیشتر از ماهیان منجمد شده قبل از جمود بود ولی میزان TVB-N در نمونه های منجمد شده بعد از جمود کمتر بود. این کاهش احتمالا به دلیل از دست دادن آبچک در هنگام یخ گذاری قبل از انجماد و بعد از انجمادزدایی و خروج ترکیبات نیتروژن دار از بدن ماهی می باشد. بنابراین تجادا و هویدوبرو [۸] و چیتیری و همکاران [۱۰]، نیز در تحقیقات خود TVB-N را یک فاکتور ضعیف جهت بیان تازگی ماهی معرفی کردند.

میزان pH نیز به عنوان یک فاکتور مطمئن جهت اندازه گیری فساد پیشنهاد نمی شود. این فاکتور تحت تاثیر سایر فاکتورهای شیمیایی، میکروبی و حسی قرار دارد [۱۳]. در این مطالعه میزان pH در ماهیان منجمد شده قبل و بعد از جمود بترتیب بین ۶/۶۱-۶/۴۸ و ۶/۸۴-۶/۶۶ بود (جداول ۳ و ۴). این، نشان می دهد که روند تغییرات pH طی ۱۲ روز نگهداری در یخچال کند بوده است. این تغییرات در هر دو تیمار دارای نوسان بود.

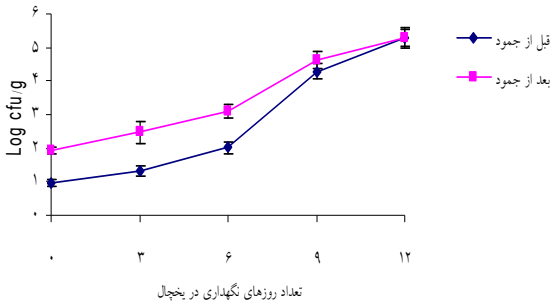
اندازه گیری رطوبت تحت فشار روشی جهت اندازه گیری ظرفیت نگهداری آب توسط بافت ماهی است. به طور کلی رطوبت تحت فشار در ماهیان منجمد شده بعد از جمود بیشتر از ماهیان منجمد شده قبل از جمود بود. این افزایش در روزهای ۶، ۹ و ۱۲ معنی دار بود (جداول ۳ و ۴). کاهش ظرفیت نگهداری آب در نمونه های بعد از جمود به دلیل دناتوره شدن پروتئین ها در نتیجه آزاد کردن مقدار قابل توجهی رطوبت از بافت می باشد [۳۱]. کاهش رطوبت در نمونه های بعد از جمود در جدول ۴ بیان کننده این وضعیت است. اندازه گیری میزان رطوبت به عنوان یکی از فاکتورهای کیفی فساد در مطالعات بسیاری از محققان [۲۵، ۱۸ و ۳۲] آورده شده است. کاهش رطوبت منجر به کاهش وزن، افزایش تغییرات اکسیداسیونی، تغییر ماهیت پروتئین، تغییرات رنگ و در نتیجه افت کیفیت محصول می گردد [۲۵]. در این مطالعه میزان رطوبت در همه روزها در ماهیان منجمد شده بعد از جمود به طور معنی داری کمتر از ماهیان منجمد شده

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

قبل از جمود بود (P< ۰/۰۵). این کاهش به دلیل خروج آبچک در یخ گذاری قبل از انجماد جهت طی شدن جمود بود.

۳-۱- آنالیز میکروبی

تغییرات شمارش کلی باکتریها ماهی فیتوفاگ منجمد شده قبل و بعد از جمود طی نگهداری در یخچال در نمودار ۱ نشان داده شده است. بار باکتریایی ماهیان آب شیرین بستگی به شرایط آب و دما دارد [۱۰]. اگر تعداد باکتری ها به بالاتر از ۶ Log cfu/g برسد برای مصرف نامناسب است [۳۳]، هر چند شمارش کلی باکتریها به تنهایی نمی تواند یک محدود کننده مطلق باشد.



نمودار ۱ شمارش کلی باکتری های ماهی فیتوفاگ منجمد شده قبل و بعد از جمود طی نگهداری در یخچال بر حسب لگاریتم تعداد کلنی تشکیل شده در هر گرم بافت (Log cfu/g)

در تحقیق حاضر شمارش کلی باکتری ها در ماهیان بعد از جمود در ۶ روز ابتدایی نگهداری در یخچال به طور معنی داری بیشتر از ماهیان قبل از جمود بود (P< ۰/۰۵) در حالیکه با افزایش روزهای نگهداری میزان باکتریهای ماهان منجمد شده قبل و بعد از جمود به یکدیگر نزدیک شد. این مسئله نشان می دهد گذراندن جمود قبل از انجماد باعث افزایش تعداد باکتری ها در ماهیان منجمد شده بعد از جمود در ۶ روز اول نگهداری در یخچال شده است.

تعداد اولیه باکتری ها در روز صفر نگهداری در یخچال بترتیب در ماهیان منجمد شده قبل و بعد از جمود ۰/۹۵ Log cfu/g و ۱/۹۴ Log cfu/g بود که این مقدار در روز ۱۲ نگهداری در یخچال بترتیب به ۵/۲۹ Log cfu/g و ۵/۳۰ Log cfu/g رسید. اما این تعداد باکتری عامل محدود کننده مصرف نمی باشد.

۳-۲- آنالیز حسی ماهی فیتوفاگ خام منجمد شده قبل و بعد از جمود طی نگهداری در یخچال

نتایج آنالیز حسی ماهی فیتوفاگ خام نگهداری شده در یخچال در جدول ۵ نشان داده شده است. بر اساس نتایج بدست آمده امتیاز عالی بین نمونه های قبل و بعد از جمود وجود نداشت. انجماد ماهی به مدت ۳ ماه عامل این کاهش کیفیت بود. امتیاز ماهیان نگهداری شده در یخچال در نمونه های قبل و بعد از جمود از درجه خوب تا نامطلوب بود. اگرچه بافت، ظاهر عمومی، بو و شکل آبشش در ماهیان قبل و بعد از جمود بترتیب تا ۶ و ۳ روز دارای امتیاز خوب بود ولی اعضای پانل به وضعیت چشم ماهیان در روز سوم نگهداری در هر دو حالت قبل و بعد از جمود امتیاز نامطلوب دادند.

جدول ۵ نتایج ارزیابی حسی ماهی فیتوفاگ انجمادزدایی شده در روزهای مختلف نگهداری در یخچال

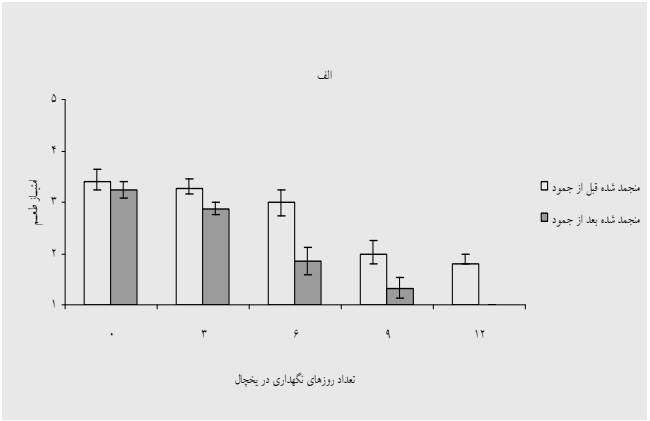
	منجمد شده قبل از جمود					منجمد شده بعد از جمود				
	۰	۳	۶	۹	۱۲	۰	۳	۶	۹	۱۲
بافت	۰/۴۲	۱/۴۴	۱/۶	۲/۱۴	۲/۴۲	۰/۴۶	۱/۲۰	۱/۹۱	۲/۶	۳
ظاهر عمومی	۰/۲۸	۱/۱۱	۱/۴۶	۲/۳۸	۲/۴۲	۰/۷۳	۱/۶	۱/۹۱	۲/۶۵	۳
بوی آبشش	۰/۱۴	۱/۶۶	۱/۹۳	۲/۴۷	۲/۷۱	۰/۸۶	۱/۶۶	۲/۴۷	۲/۹۱	۳
ظاهر آبشش	۰/۱۴	۱/۶	۱/۷	۲/۱۹	۲/۵۷	۱/۱۳	۲/۳۳	۲/۳۹	۲/۹۵	۳
چشم	۱	۲/۲۲	۲/۴	۲/۵۲	۲/۷۱	۰/۹۳	۱/۲۶	۲/۵۲	۲/۹۵	۳

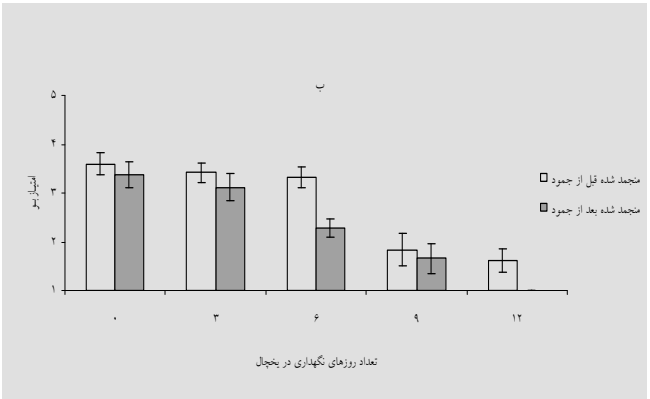
میانگین ۳ تکرار عالی=۰؛ خوب=۱؛ قابل پذیرش=۲؛ نامطلوب>۲

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

۳-۳- آنالیز حسی ماهی فیتوفاگ پخته منجمد شده قبل و بعد از جمود طی نگهداری در یخچال

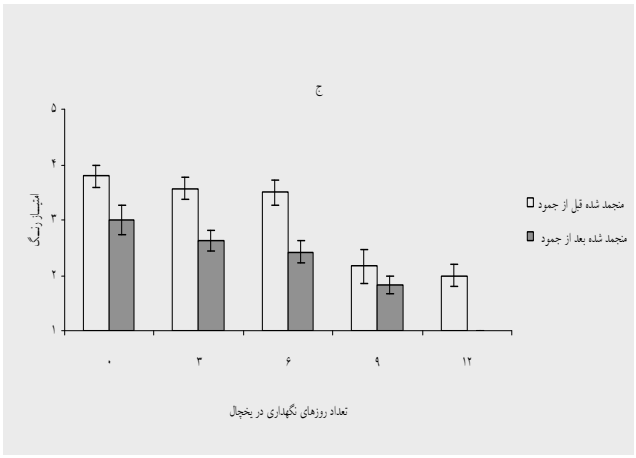
مقادیر میانگین امتیازات داده شده توسط اعضای پانل به خواص حسی طعم، بو، رنگ و پذیرش کلی در نمودار ۲ (الف-د) در هر روز نمونه برداری نشان داده شده است. امتیاز نسبتا خوب (قابل پذیرش) تا نامطلوب در ماهی فیتوفاگ منجمد شده قبل از جمود و امتیاز نسبتا خوب (قابل پذیرش) تا خیلی نامطلوب در ماهی فیتوفاگ منجمد شده بعد از جمود مشاهده گردید. با افزایش روزهای نگهداری تفاوت طعم، بو و رنگ در نمونه های قبل و بعد از جمود بیشتر شد به طوریکه این تفاوت در روزهای ۶، ۹ و ۱۲ معنی دار بود ($P< ۰/۰۵$).

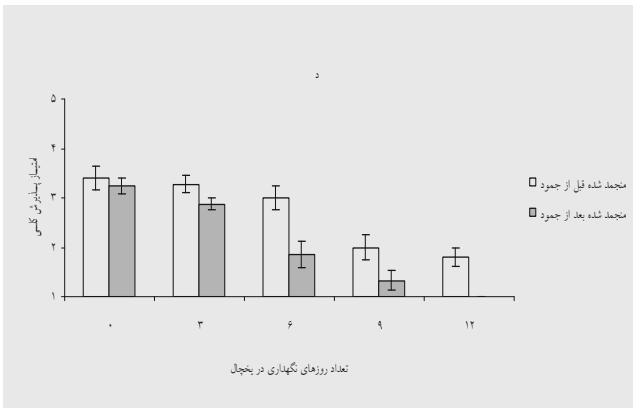




نمودار ۲ (الف-د) امتیازات طعم، بو، رنگ و پذیرش کلی ماهی فیتوفاگ منجمد شده قبل و بعد از جمود طی نگهداری در یخچال

امتیازات طعم، بو، رنگ و پذیرش کلی ماهی فیتوفاگ منجمد شده قبل و بعد از جمود طی نگهداری در یخچال





۴- نتیجه گیری

اگرچه به لحاظ فاکتورهای شیمیایی و میکروبی محدودیتی برای مصرف ماهی فیتوفاگ طی ۱۲ روز نگهداری در یخچال وجود نداشت ولی از نظر حسی (خام و پخته) ماهیان منجمد شده قبل و بعد از جمود بترتیب بعد از ۶ و ۳ روز قابل مصرف نبودند. بنابراین منجمد نمودن ماهی فیتوفاگ قبل از وقوع جمود نعشی باعث بهبود کیفیت آن به لحاظ فاکتورهای ارزیابی کیفی حسی می گردد. همچنین، نتایج حاصل از ارزیابی فاکتورهای کیفی شیمیایی و میکروبی نیز بیانگر کیفیت بهتر ماهیان منجمد شده قبل از جمود نعشی بود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

۵- منابع

[1] Fan, W., Chi, Y., and Zhang, S. 2008. The use of a tea polyphenol dip to extend the shelf life of silver carp (Hypophthalmicthys molitrix) during storage in ice. Food chemistry. 108: 148-153.

[2] Orak, H. H. and Kayışoğlu, S. 2008. Quality changes in whole, gutted and filleted three fish species (*Gadus euxinus, Mugil cephalus, Engraulis encrasicholus*) at frozen storage period (-26 °C). Acta Sci. Pol., Technol. Aliment. 7 (3): 15-28.

[3] Huss, H. H. 1988. Fresh fish quality and quality changes. Rome: Danish International Development Agency, FAO. pp. 43–45.

[4] Martinsdóttir, E., and Magnússon, H. 2001. Keeping quality of sea-frozen thawed cod fillets on ice. Journal of Food Science. 66 (9): 1402- 1408.

[5] Shewan, J.M., Murray, C.K., 1979. The microbial spoilage of fish with special reference to the role of the psychrophiles. In: Russel, A.D., Fuller, R. (Eds.), Cold Tolerant Microbes in Spoilage and the Environment. Academic Press, London. pp. 117–136.

[6] Liston, J., 1992. Bacterial spoilage of seafood. In: Huss, H.H., Jacobsen, M., Liston, J. (Eds.), Quality Assurance in the Fish Industry Developments in Food Science, Vol. 30. Elsevier Science Publishers, Amsterdam. pp. 93–106.

[7] Alasalvar, C., Taylor, K.D.A., Oksuz, A., Garthwaite, T., Alexis, M.N, Grigorakis, K., 2001. Freshness assessment of cultured sea bream (*Sparus aurata*) by chemical, physical, and sensory methods. Food Chem. 72: 33–40.

[8] Tejada, M., Huidobro, A., 2002. Quality of farmed gilthead seabream (*Sparus aurata*) during ice storage related to the slaughter method and gutting. Eur. Food Res. Technol. 215; 1–7.

[9] Natseba, A., Lwalinda, I., Kakura, E., Muyanja, C.K., and Muyonga J.H. 2005. Effect of pre-freezing icing duration on quality changes in frozen Nile perch (*Lates niloticus*). Food Research International 38: 469–474.

[10] 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 microbiology. 21: 157–165.

[11] Connell, J.J., 1975. Control of Fish Quality, 1st Edition. Fishing News Books Limited, London.

[12] Reineccius, G., 1990. Off-flavours in foods. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 29: 381–402.

[13] Ersoy, B., Aksan, E., and Özeren, A. 2008. The effect of thawing methods on the quality of eels (*Anguilla anguilla*). Food chemistry. 111: 377-380.

[14] Bito, M., Yamada, K., Mikumo, Y., Amano, K., 1983. Studies on rigor mortis of fish. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 109: 89–96.

[15] Egan, H., Kirk, R. S., & Sawyer, R. 1997. Pearsons chemical analysis of foods (9th ed.). pp. 609–634.

[16] Kirk, R. S., and Sawyer, R. 1991. Pearson's composition and analysis of foods (9th ed.). London: Longman Scientific and Technical.

[17] Parvaneh, V., 1998. Quality control and the chemical analysis of food. University of Tehran press. Pp. 325.

[18] Suvanich, V., Jahncke, M. L., and Marshall, D. L. 2000. Changes in selected chemical quality characteristic of cannel catfish frame mince during chill and frozen storage. Journal of food science. 65: 24-29.

[19] Suontama. J, Kiessling. A, Melle. W, Waagb. R, and Olsen. R.E. 2006. Protein from Northern krill (*Thysanoessa inermis*), Antarctickrill (*Euphausia superba*) and the Arctic amphipod (*Themisto libellula*) can partially replace fish meal in diets to Atlantic salmon (*Salmo salar*) without affecting product quality. Aquaculture Nutrition. 12: 1–9.

[20] AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th (ed.), Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA. Procedure 984. 25.

[21] Lin, D., and Morrissey, M. T. 1994. Iced storage characteristics of Northern Squawfish (*Ptychocheilus foregoneness*). Journal of Aquatic Food Product Technology. 3: 25–43.

[22] Shewfelt, R. L. 1981. Fish muscle lipolysis-Areview. J. Food Biochem. 5: 79-100.

[23] Sankar, T. V., Raghunath M. R. 1995. Effect of pre- freezing iced storage on the lipid

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

fraction of *Ariomma indica* during frozen storage. Fishery Technology. 32 (2): 88-92.

[24] Aubourg, S., Lehman L., and Gallaro, M. J. 2002. Effect of previous chilled storage on rancidity development in frozen horse mackerel (*Trachurus trachurus*). J Sci. Food Agric. 82: 176-177.

[25] Ben-Gigiri, B., De Sousa, J. M., Villa, T. G., Barros-velazquez, J. 1999. Chemical changes and visual appearance of albacore tuna as related to frozen storage. J. Food Sci. 64: 20-24.

[26] Aubourg, S., Piñeiro, C., Gallardo, J. M., and Barros-Velazquez, J. 2005. Biochemical changes and quality loss during chilled storage of farmed turbot (*Psetta maxima*). Food Chemistry. 90: 445–452.

[27] Rodríguez, O´ ., Barros-Velaázquez, J., Pinñeiro, C., Gallardo, J. M., and Aubourg, S. P. 2006. Effects of storage in slurry ice on the microbial, chemical and sensory quality and on the shelf life of farmed turbot (*Psetta maxima*). Food Chemistry. 95(2): 270–278.

[28] Nishimoto, J., Suwetja, I.K., Miki, H., 1985. Estimation of keeping freshness period and practical storage life of mackerel muscle during storage at low temperatures. Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ. 34: 89–96.

[29] Aubourg, S. 1993. Review: interaction of malondialdehyde with biological molecules-new trends about reactivity and significance. Int. J. Food Sci. Technol. 28: 323–335.

[30] Ludrof, M., and Meyer, W. 1973. Fische and fischerzeugnisse. Hamburg-Berlin: Paul Parey Verlag.

[31] Bligh, E. G., and Duclos-Rendell. R. 1986. Chemical and physical characteristics of lightly salted minced cod (*Gadues morhua*). J Food Sci. 51:76-78.

[32] Fagan, J. D., Gormley, T. R., and Uí Mhuircheartaigh, M. M. 2002. Freeze-chill technology for raw whiting and mackerel fillets. Farm and Food. 12: 14–17.

[33] Özogul, Y., Ozyurt, G., Özogul, F., kuley, E., & Polat, A. 2005. Freshness assessment of European eel *(Anguilla anguilla)* by sensory, chemical and microbiological methods. Food Chemistry. 92: 745–751.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

Quality assessment of pre- and post-rigor frozen silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*), during refrigerated storage (4±1°c)

Jalalian, M. [1*], Shabanpour, B. [2], Shabani, A. [2], Gorgin, S.[3], Khomeiri, M. [2]

1-M.sc. Student of fishery, Dept. of Fishery Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources.
2- Assistant prof. of Dept., of Fishery, Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources.
3- M.sc. Lecturer of Dept., of Fishery, Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources.

(Received: 88/5/21 Accepted:89/6/22)

The aim of this study was to evaluate the quality of thawed silver carp in refrigerator. Silver carps were kept in -18°c for 3 months pre and post rigor mortis. After thawing they were kept in refrigerator for 12 days, meanwhile quality assessment of fishes was performed in days of 0, 3, 6, 9 and 12 by measuring chemical (FFA, TBA, TVB-N, Expressible moisture, pH and moisture contents), microbial (Total viable counts) and sensory factors (Raw and cooked fish). Freezing post rigor mortis and increasing storage time led to increase of FFA, TBA, TVN, Expressible moisture and pH contents, but decrease of moisture content. Although TVB-N elevated by increasing refrigerated storage, but its content for post-rigor frozen fishes was more than pre-rigor frozen fishes. Also, Total viable counts showed higher bacterial numbers in pos-rigor frozen fishes ($p<0.05$). Although silver carps were edible during 12 days, but sensory analyses of raw and cooked fishes indicated unsuitable quality of silver carps after 6 and 3 days in pre– and post-rigor frozen samples, respectively. Therefore, based on obtained results, freezing of silver carps before the onset of rigor resulted in increase of their shelf life during refrigerated storage.

Keywords: Rigor mortis, Quality, Silver carp, Freezing, Refrigerated storage

* Corresponding Authur E-Mail Address: mohsenjalalyan@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]