مقایسه تغییرات کیفی فیله کپورماهیان پرورشی در محیط استخر و آزمایشگاه و ماهی کپور دریایی طی نگهداری در یخچال

بهاره شعبانپور[1*]، مسعوداصغری[1]، سکینه حیدری[1]، هنگامه بایی[1]، آزاده قربانی[1] و علی جافر[2]

[1] گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان، گروه شیلات

[2] گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان، مرکز تحقیقات آبزی‌پروری شهید فضلی، گروه شیلات

تاریخ دریافت: ۹۲/۱/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۱۴

چکیده

نوع تغذیه و شرایط تغذیه‌ای از فاکتورهای موثر بر کیفیت گوشت ماهیان می‌باشد که اثرات آن در ترکیب عضله و پایداری گوشت ماهی به هنگام نگهداری نمود پیدا می‌کند. برای انجام این مطالعه، این ماهیان به مدت ۱۵ روز در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. در طی مدت نگهداری فیله ماهیان، فاکتورهای کیفی ماهی با ثبت تغییرات TVN، TBA، FFA، pH، رطوبت تحت فشار، آهن هم و رنگ فیله ماهیان و همچنین ترکیبات تقریبی فیله ماهیان (رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر) اندازه‌گیری شد. نتایج بدست آمده نشان داد که بیشترین میزان رطوبت و کمترین میزان چربی در ماهی پرورشی مشاهده شد. میزان پروتئین بین تیمارهای مختلف تغییر معنی‌داری نداشت. مقادیر TVN، TBA وFFA در طول دوره نگهداری افزایش یافت. روند تغییرات pH در بین تیمارهای مختلف منظم نبود. بین تیمارهای مختلف، بیشترین میزان TBA و FFA و کمترین میزان آهن هم، در ماهی پرورش یافته در محیط استخر و بیشترین میزان رطوبت تحت فشار در ماهی دریایی مشاهده شد. مقایسه نتایج فاکتورهای کیفی مختلف بین هر سه تیمار آزمایشگاهی، نشان داد که تیمار ماهی پرورشی نسبت به دو تیمار دیگر در طول دوره نگهداری مستعد فساد بیشتری است.

واژه های کلیدی: تغییرات کیفی فیله، ماهی کپور، نگهداری در یخچال، ترکیبات تقریبی

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۱۷۵۴۳۹۴، پست الکترونیکی: b_shabanpour@yahoo.com

مقدمه

ماهی کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*) یکی از گونه‌هایی است که در اکثر محیط‌های طبیعی دیده می‌شود و به دلیل رشد سریع، سهولت پرورش و بازده‌ی غذایی بالا تقریبا در تمام دنیا پرورش داده می‌شود (۵۳) این گونه در ایران نیز یکی از فراوان ترین گونه ها است (۸)، به طوری که هم اکنون نزدیک به۲۰٪ از ماهیان موجود در استخرها و آب بندان های پرورش ماهیان گرمابی را شامل می‌شود (۱). کپور دریایی از آبزیان بستر، مانند کرمها، لارو حشرات ونرمتنان تغذیه می‌کند (۲۱). در استخرهای پرورشی کپور، به دلیل تراکم زیاد ماهی در استخر، غذای طبیعی جوابگوی نیازهای این ماهی نمی‌باشد به همین دلیل از غذاهای دستی جهت تغذیه آن استفاده می‌شود. فاکتورهای کیفی گوشت ماهی‌ها شامل جنبه‌های مختلفی نظیر رنگ و ظاهر، بافت، ارزش تغذیه‌ای شامل مقدار پروتئین، اسیدهای آمینه ضروری، چربی و اسیدهای چرب و ترکیب آنها، ویتامین-ها، موادمعدنی، عناصر کمیاب و از همه مهم تر پایداری در مقابل اکسیداسیون می‌باشد (۳۳). این فاکتورها تحت تاثیر ترکیب شیمیایی بدن ماهی می‌باشد. ترکیب شیمیایی بدن ماهی از گونه‌ای به گونه‌ی دیگر متفاوت است. این تفاوت حتی در بین ماهیان یک گونه هم ممکن است دیده شود

(۴). فاکتورهایی که می‌توانند بر ترکیب شیمیایی ماهی تاثیر بگذارند به طور معمول به دو دسته خارجی و داخلی تقسیم می‌شوند که شامل جیره‌ی غذایی (ترکیب جیره وتناوب غذادهی)، محیط (فصل، دما، شوری)، داخلی (ژنتیک، اندازه) است (۴۹). اما بی شک اختلاف اصلی در ترکیب شیمیایی ماهی را باید در ارتباط با غذای دریافتی یا تغذیه ماهی دانست (۴). نگهداری ماهی در یخچال سبب کاهش سرعت فعالیتهای آنزیمی و شیمیایی و فعالیت موجودات ذره‌بینی می‌شود. اما به دلیل عدم توانایی دمای یخچال (۴°c) برای کاهش دمای ماهی به مقدار لازم، تغییرات نامطلوبی ازجمله اکسیداسیون و هیدرولیز چربی به آرامی صورت می‌گیرد و کیفیت محصولات را کاهش می‌دهد (۴۴). با توجه به مسائل ذکر شده در این پژوهش تغییرات کیفی عضله ماهیان کپورپرورشی و دریایی و ماهی کپور تغذیه شده با غذای دستی در شرایط کنترل شده طی نگهداری در یخچال مقایسه شد.

مواد وروشها

ماهی: این آزمایش در بهار ۱۳۹۰ در مرکز تحقیقات آبزی-پروری شهید فضلی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. کپور ماهیان دریایی و پرورشی با وزن متوسط ۲ کیلوگرم و سن به ترتیب ۳ و ۲سال از بازار ماهی گرگان به صورت زنده خریداری و به آزمایشگاه فرآوری گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انتقال داده شدند. ماهیان پرورشی خریداری شده با جیره غذایی (میزان پروتئین ۱۶٪، چربی ۲٪، خاکستر۱۰/۹٪) در کل دوره پرورش غذادهی شده بود و علاوه بر این از تولیدات استخر نیز به عنوان غذا استفاده می شد. دسته‌ی دیگری از ماهیان ۲ساله با وزن متوسط ۲ کیلوگرم، نیز در مرکز تحقیقات آبزی‌پروری شهید فضلی گروه شیلات با جیره غذایی، با آنالیز غذایی حاوی، پروتئین۴۳٪، چربی۱۸٪ و خاکستر۱/۷٪ پرورش داده شدند. این آزمایش در سه تیمار، و هر تیمار با ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. بدین ترتیب که تیمار ۱ مربوط به کپور پرورشی تغذیه شده با غذای تجاری در مرکز تحقیقات شهید فضلی و تیمار ۲ مربوط به کپورپرورشی در محیط استخر و تیمار ۳ مربوط به کپور دریایی است. به منظور یکسان بودن کیفیت اولیه این ماهیان هر سه گروه ماهی به صورت زنده تهیه شدند. پس از آنکه این ماهیان کشته شدند، سرزنی شده و پس از خالی کردن امعا و احشا، ماهیان پوست‌کنی و فیله شدند. نمونه‌های هر تیمار به طور جداگانه در بسته‌های پلی اتیلنی بسته‌بندی و در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی گراد برای مدت ۱۵روز نگهداری شدند. تغییرات پارامترهای ارزیابی کیفی فیله‌های نمونه‌برداری شده شامل pH ، FFA (Free Fatty Acid)، TBA (Thiobarbithoric Acid)، TVN (Total Volatile Nitrogen)، رطوبت تحت فشار، خصوصیات رنگ فیله و ترکیب تقریبی لاشه در طی دوره‌های مختلف زمانی نگهداری دریخچال (در زمانها۰، ۵ و ۱۵) با سه تکرار بررسی شد.

ترکیب تقریبی لاشه: ترکیبات لاشه برای هر تیمار براساس روش استاندارد AOAC (۹) به شرح زیر اندازه-گیری شد: پروتئین خام به روش کلدال با استفاده از دستگاه هضم و تقطیر کلدال (Gerhardt,type VAP.40 Germany)، چربی خام با استفاده از پترولیوم اتر و دستگاه سوکسله (Gerhardt, type SE-416, Germany)، رطوبت با استفاده از دستگاه آون (Binder, USA) در دمای ۱۰۵°C به مدت ۲۴ ساعت، خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی(Nabertherm, Germany) در دمای ۵۵۰ °C به مدت ۸ ساعت.

TVN: میزان TVN نمونه‌ها به روش تقطیر و تیتراسیون اندازه‌گیری شد (۵۵). عصاره بدست آمده از تقطیر با محلول اسیدسولفوریک ۰/۱ نرمال تیتر گردید و غلظت بازهای نیتروژنی فرار بر اساس میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه بدست آمد(۲۳).

TBA: TBA به روش رنگ‌سنجی اندازه‌گیری شد و جذب در مقابل شاهد در طول موج ۵۳۸ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (۳۱).

مقدار عدد TBA=(میلی‌گرم مالونالدهید در کیلوگرم نمونه) ۷/۸×جذب خوانده شده

FFA: مقدار اسیدهای چرب آزاد به روش Woyewoda (۵۶) اندازه‌گیری شد.

اندازه گیری pH: ۲ گرم از نمونه در ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر هم زده و یکنواخت شده سپس با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتالی در دمای اتاق pH نمونه‌ها اندازه‌گیری شد.

اندازه گیری رطوبت تحت فشار: یک قطعه از گوشت ماهی کپور به ابعاد ($1\times1cm^2$) جدا و وزن گردید (A) و بین دو کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ قرار داده شد. سپس یک وزنه اولیه ۵۰۰ گرمی به مدت ۵ دقیقه بالای نمونه قرار داده شد و در ادامه وزنه ۵۰۰ گرمی دیگری به مدت ۲۰دقیقه بر روی آن مجددا قرار گرفت. پس از فشار با این وزنه ها نمونه مجددا وزن گردید (B) و مقدار درصد رطوبت تحت فشار طبق رابطه زیر محاسبه شد (۵۱).

$$\text{درصد رطوبت تحت فشار}=\frac{A-B}{A}\times 100$$

رنگ‌سنجی: رنگ نمونه‌های فیله چرخ شده ماهیان کپور توسط دستگاه رنگ‌سنج (Lovibond CAM-system, England 500) مورد آنالیز قرار گرفت. متغیر *L برای بیان شاخص روشنایی گوشت از ۰ (بعد سیاهی) تا ۱۰۰ (بعد سفیدی)، شاخص *a برای بیان بعد قرمزی–سبزی (*a+ نشان‌دهنده قرمزتر و *a– نشان‌دهنده سبزتر) و شاخص *b برای بیان بعد زرد–آبی (*b+ نشان‌دهنده زردتر و *b– نشان‌دهنده آبی‌تر) می‌باشد (۱۸).

آنالیز آماری: تجزیه و تحلیل آماری تمامی داده‌ها به استثنای آنالیز تقریبی لاشه کپور ماهیان، با استفاده از نرم افزار SAS در قالب طرح آزمایشی اسپیلت پلات انجام شد. آنالیز آماری ترکیب تقریبی لاشه کپورماهیان توسط آنالیز یک‌طرفه با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS در سطح ۵ درصد انجام شد. تمامی داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شدند

نتایج

چربی: اطلاعات مربوط به چربی در جدول ۱ آورده شده است، نتایج نشان داد که مقادیر چربی نمونه‌ها در طول مدت نگهداری کاهش یافت در تیمار ۲ این کاهش معنی دار نبود (P>۰/۰۵). در بین تیمارهای مختلف تیمارکپور دریایی بیشترین مقدار چربی را داشت.

خاکستر: نتایج نشان داد که مقادیر اندازه‌گیری شده خاکستر برای عضله کپورماهیان در طی مدت ۱۵روز نگهداری در یخچال افزایش معنی‌داری را داشته است (p<۰/۰۵). در بین تیمارهای مختلف، بیشترین میزان خاکستر در ماهی کپور پرورشی در استخر مشاهده شد (جدول ۲).

رطوبت: نتایج جدول۳ نشان داد رطوبت فیله کپور ماهیان طی مدت زمان نگهداری در یخچال تغییر معنی‌داری، نداشته است (P>۰/۰۵).

پروتئین: طی مدت نگهداری فیله کپور ماهیان در دمای یخچال برای مدت ۱۵ روز، مشاهده گردید که میزان پروتئین در طی زمان نگهداری و در بین تیمارهای مختلف تغییر معنی داری نداشته است (جدول ۴).

FFA: فساد هیدرولیتیکی (آنزیمی) چربی فیله‌ی کپور ماهیان با اندازه‌گیری شاخص اسیدهای چرب آزاد ارزیابی گردید. نتایج آنالیزهای شیمیایی نشان می‌دهد که با افزایش مدت زمان نگهداری برای فیله‌های نگهداری شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، مقادیر اسیدهای چرب آزاد آن افزایش یافت (جدول ۵). به طوری که در هرسه تیمار، کمترین

مقدار در روز صفرو بیشترین مقدار در روز پانزدهام مشاهده گردید. میزان افزایش اسیدهای چرب در تیمارهای کپور تغذیه شده با غذای تجاری، کپور پرورشی و کپور دریایی به ترتیب ۲/۰۸، ۱۳/۲۸، ۲/۳۴ در مدت پانزده روز نگهداری در دمای یخچال بدست آمد. در بین تیمارهای مختلف بیشترین مقدار مربوط به تیمار۲ (کپور پرورشی) می‌باشد.

جدول۱- میزان تغییرات چربی (درصد) عضله کپور ماهیان در طی ۱۵ روز نگهداری در یخچال (اعداد میانگین ۳ تکرار می‌باشند ± انحراف معیار).

تیمار	مدت نگهداری(روز)		
	۰	۵	۱۵
کپور با تغذیه تجاری	۸/۴۹±۱/۴۶^{C,c}	۴/۳۲±۰/۰۵^{B,a}	۶/۶۷±۰/۲۲^{C,b}
کپور پرورشی	۰/۹۵±۰/۱۰^{A,a}	۰/۷۴±۰/۰۲^{A,a}	۰/۷۷±۰/۰۵^{A,a}
کپور دریایی	۵/۴۱±۰/۲۴^{B,b}	۵/۳۵±۰/۰۵^{C,b}	۴/۳۰±۰/۰۷^{B,a}

حروف بزرگ غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف در هر زمان است و حروف کوچک غیرمشترک در هرردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در هر تیمار در زمان‌های مختلف می‌باشد.

جدول۲- میزان تغییرات خاکستر (درصد) عضله کپورماهیان در طی ۱۵ روز نگهداری در یخچال (اعداد میانگین ۳ تکرار می‌باشند ± انحراف معیار).

تیمار	مدت نگهداری(روز)		
	۰	۵	۱۵
کپور با تغذیه تجاری	۳/۶۶±۰/۲۵^{A,a}	۴/۷۶±۰/۱۵^{A,b}	۴/۶۰±۰/۲۶^{A,b}
کپور پرورشی	۵/۸۰±۰/۱ ^{C,a}	۶/۴۰±۰/۲۶^{B,b}	۶/۱۰±۰/۱^{B,ab}
کپور دریایی	۴/۷۳±۰/۲۵^{B,a}	۴/۹۶±۰/۱۱^{A,a}	۵±۰/۲۰^{A,a}

حروف بزرگ غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف در هر زمان است و حروف کوچک غیرمشترک در هرردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی دار در هر تیمار در زمان‌های مختلف می‌باشد

جدول۳- میزان تغییرات رطوبت (درصد) عضله کپور ماهیان در طی ۱۵ روز نگهداری در یخچال (اعداد میانگین ۳ تکرار می‌باشند ± انحراف معیار).

تیمار	مدت نگهداری(روز)		
	۰	۵	۱۵
کپور با تغذیه تجاری	۷۵/۴۴±۴/۶۰^{A,a}	۷۵/۲۷±۰/۲۹^{A,a}	۷۲/۹۳±۰/۴۲^{A,a}
کپور پرورشی	۸۰/۱۸±۰/۱۶^{B,a}	۷۸/۶۷±۰/۵۹^{B,a}	۷۹/۷۱±۰/۲۰^{B,a}
کپور دریایی	۷۳/۷۸±۰/۱۶^{A,a}	۷۳/۸۶±۰/۲۹^{A,a}	۷۴/۶۹±۰/۴۵^{A,a}

حروف بزرگ غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف در هر زمان است و حروف کوچک غیرمشترک در هرردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در هر تیمار در زمان‌های مختلف می‌باشد

جدول۴- میزان تغییرات پروتئین (درصد) عضله کپور ماهیان در طی ۱۵ روز نگهداری در یخچال (اعداد میانگین ۳ تکرار می‌باشند ± انحراف معیار).

تیمار	مدت نگهداری(روز)		
	۰	۵	۱۵
کپور با تغذیه تجاری	۱۸/۰۷±۳/۳۹^{A,a}	۱۹/۰۵±۰/۴۳^{A,a}	۱۹/۵۶±۰/۱۷^{A,a}
کپور پرورشی	۱۷/۷۳±۰/۲۱^{A,a}	۱۹/۴۵±۰/۶۲^{A,a}	۱۸/۲۰±۰/۵۰^{A,a}
کپور دریایی	۱۹/۶۸±۰/۱۴^{A,a}	۲۰/۰۸±۰/۲۰^{A,a}	۲۰/۱۱±۰/۴۰^{A,a}

حروف بزرگ غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف در هر زمان است و حروف کوچک غیرمشترک در هرردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در هر تیمار در زمان‌های مختلف می‌باشد.

جدول۵- میزان تغییرات FFA عضله کپور ماهیان در طی ۱۵ روز نگهداری در یخچال (اعداد میانگین ۳ تکرار می‌باشند ± انحراف معیار).

تیمار	مدت نگهداری(روز)		
	۰	۵	۱۵
کپور با تغذیه تجاری	۳/۰۵±۰/۰۸۵^{A,a}	۴/۴۲±۰/۳۲^{A,b}	۵/۱۳±۰/۱۳^{A,b}
کپور پرورشی	۱۰/۵۸±۱/۰۶^{B,a}	۲۱/۴۵±۰/۸۶^{B,b}	۲۳/۸۶±۱/۳۵^{B,c}
کپور دریایی	۳/۲۸±۰/۱۹^{A,a}	۴/۲۶±۰/۰۷۷^{A,a}	۵/۶۲±۲/۷۹^{Ab}

حروف بزرگ غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف در هر زمان است و حروف کوچک غیرمشترک در هرردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در هر تیمار در زمان‌های مختلف می‌باشد

آهن هم: در طی نگهداری فیله کپور ماهیان در یخچال، میزان آهن هم کاهش معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد همراه بوده است. جدول ۶ نتایج آزمایشات آهن هم را نشان می دهد. کمترین میزان آهن هم در تیمار ۲ (کپور پرورشی) مشاهده شد.

pH: جدول ۷ اطلاعات مربوط به مقادیر pH را نشان می‌دهد. مقادیر pH بین ۵/۹۱ تا ۶/۵۴ متغییر بود. آنالیز آماری داده‌ها اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) را بین مقادیر pH در طول زمان‌ها و در بین تیمارهای مختلف نشان داد ولی این اختلافات روند منظمی نداشت.

TBA: ترکیبات ثانویه فساد اکسیداسیون چربی فیله کپور ماهیان، توسط آزمایش تیوباربیتوریک اسید اندازه‌گیری گردید. نتایج این آزمایشات در جدول ۸ آورده شده است. وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد برای فیله‌ها در طی نگهداری مشخص شده است. روند تغییرات میزان TBA در روزهای ۰، ۵ ،۱۵یک روند افزایشی را دنبال می‌کند که اوج آن در روز پانزده‌ام برای همه تیمارها مشهود است. در بین تیمارهای مختلف بیشترین میزان TBAمربوط به تیمار کپور پرورشی وکمترین میزان آن مربوط به تیمار کپور دریایی است.

TVN: اطلاعات مربوط به TVN در جدول ۹ آورده شده است. نتایج نشان داد که مقادیر TVN نمونه‌ها در طول مدت زمان نگهداری دریخچال به طور معنی داری (P<۰/۰۵) افزایش یافت. مقدار TVN بین تیمارهای مختلف در هر دوره آزمایش از لحاظ آماری تفاوت معنی-داری را نشان داد. کمترین میزان TVN در تیمار کپور تغذیه شده با غذای تجاری مشاهده شد.

رطوبت تحت فشار(WHC): نتایج نشان می‌دهد که مقادیر اندازه‌گیری شده رطوبت تحت فشار برای نمونه‌های فیله در طی مدت ۱۵روز نگهداری در یخچال افزایش معنی‌داری را داشته است (P<۰/۰۵). نتایج حاکی از این مطلب است که با افزایش مدت زمان نگهداری آنها، قدرت نگهداری آب آنها کاهش یافته و در نتیجه میزان رطوبت تحت فشار آنها افزایش یافته است (جدول ۱۰).

میزان روشنایی L: جدول ۱۱ بیانگر میزان تغییرات روشنایی طی زمان نگهداری در یخچال است. نتایج بدست آمده بیان کننده روند کاهشی معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد است. کمترین میزان روشنایی مربوط به کپور پرورشی است.

میزان قرمزی a : طی مدت نگهداری نمونه‌های فیله‌ی کپورماهیان در دمای یخچال برای مدت ۱۵ روز، مشاهده گردید که میزان تغییرات قرمزی یک روند کاهشی داشته و این روند کاهشی در تمام تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵). در بین تیمارها کمترین مقدار قرمزی مربوط به تیمار کپور تغذیه شده با غذای تجاری می‌باشد. به طور کلی کاهش ناشی از دناتوره شدن پروتئین‌ها و تبدیل اکسی‌میوگلوبین با رنگ قرمز درخشان به مت میوگلوبین است که با نتایج اندازه‌گیری آهن هم تا حد زیادی مطابقت دارد و تفاوت‌های این دو فاکتور ناشی از عمل دناتوره شدن و کدر شدن بافت ماهی ناشی از این

پدیده می‌باشد.

میزان زردی b: اطلاعات مربوط به زردی در جدول ۱۳ آورده شده است. نتایج نشان داد مقادیر زردی نمونه‌ها در طی زمان نگهداری در یخچال به طور معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد کاهش یافته است. در بین تیمارهای مختلف بیشترین میزان زردی را تیمار کپور دریایی به خود اختصاص داد.

جدول۶- میزان تغییرات آهن هم (درصد) عضله کپور ماهیان در طی ۱۵ روز نگهداری در یخچال (اعداد میانگین ۳ تکرار می‌باشند ± انحراف معیار).

تیمار	مدت نگهداری(روز)		
	۰	۵	۱۵
کپور با تغذیه تجاری	۲۵۷/۴۶±۲۵/۵۶^{B,c}	۶۵/۹۳±۳/۵۴^{B,b}	۴۰/۴۳±۷/۶۳^{B,a}
کپور پرورشی	۶/۴۳±۰/۶۵^{A,a}	۱۶/۱۴±۰/۶۴^{A,a}	۲۱/۸۶±۱/۳۰^{A,a}
کپور دریایی	۳۷۳/۰۸±۹/۷۸^{C,c}	۲۷۳/۱۳±۱۶/۷۳^{C,b}	۴/۶۰±۰/۳۵^{A,a}

حروف بزرگ غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف در هر زمان است و حروف کوچک غیرمشترک در هرردیف نشاندهنده اختلاف معنی دار در هر تیمار در زمان‌های مختلف می‌باشد.

جدول۷- میزان تغییراتPH عضله کپور ماهیان در طی ۱۵ روز نگهداری در یخچال (اعداد میانگین ۳ تکرار می‌باشند ± انحراف معیار).

تیمار	مدت نگهداری(روز)		
	۰	۵	۱۵
کپور با تغذیه تجاری	۶/۱۰±۰/۱۱^{A,a}	۶/۲۱±۰/۰۳۲^{B,b}	۶/۵۱±۰/۰۲۶^{C,c}
کپور پرورشی	۶/۴۳±۰/۰۰۸^{B,b}	۶/۵۴±۰/۰۳۲^{C,c}	۶/۰۴±۰/۰۴۴^{A,a}
کپور دریایی	۶/۰۴±۰/۰۲۳^{A,b}	۵/۹۱±۰/۰۴۳^{A,a}	۶/۱۴±۰/۰۳۸^{B,c}

تیمارهای ۱،۲و۳ به ترتیب مربوط به ماهی کپورتغذیه شده با غذای تجاری، ماهی کپور پرورشی و ماهی کپوردریایی می‌باشد.

حروف بزرگ غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف در هر زمان است و حروف کوچک غیرمشترک در هرردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی دار در هر تیمار در زمان‌های مختلف می‌باشد.

جدول۸- میزان تغییرات TBA (میلی گرم مالون آلدهید در یک کیلوگرم بافت) عضله کپور ماهیان در طی ۱۵ روز نگهداری در یخچال (اعداد میانگین ۳ تکرار می‌باشند ± انحراف معیار).

تیمار	مدت نگهداری(روز)		
	۰	۵	۱۵
کپور با تغذیه تجاری	۰/۶۶±۰/۰۳^{B,a}	۰/۷۴±۰/۰۴۷^{B,a}	۰/۸۵±۰/۰۵۴^{B,b}
کپور پرورشی	۰/۶۸±۰/۰۹^{B,a}	۰/۸۴±۰/۰۱^{B,b}	۱/۰۸±۰/۱۶^{C,c}
کپور دریایی	۰/۳۷±۰/۰۳۵^{A,a}	۰/۴۹±۰/۰۱۸^{A,b}	۰/۵۱±۰/۰۲^{A,b}

حروف بزرگ غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف در هر زمان است و حروف کوچک غیرمشترک در هرردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی دار در هر تیمار در زمان‌های مختلف می‌باشد.

جدول۹- میزان تغییرات TVN (درصد) عضله کپور ماهیان در طی ۱۵ روز نگهداری در یخچال (اعداد میانگین ۳ تکرار می‌باشند ± انحراف معیار).

تیمار	مدت نگهداری(روز)		
	۰	۵	۱۵
کپور با تغذیه تجاری	۳۹/۲۶±۰/۹۸^{A,a}	۵۳/۳۹±۳/۰۱^{A,b}	۶۰/۲۳±۲/۸۸^{A,c}
کپور پرورشی	۶۹/۳۴±۲/۵۴^{B,a}	۷۰/۲۴±۴/۲۴^{B,ab}	۷۵/۴۴±۴/۲۰^{B,b}
کپور دریایی	۶۶/۲۹±۰/۸۴^{B,a}	۸۵/۲۲±۱/۷۶^{C,b}	۱۲۶±۴/۰۶^{C,c}

حروف بزرگ غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف در هر زمان است و حروف کوچک غیرمشترک در هرردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در هر تیمار در زمان‌های مختلف می‌باشد

جدول۱۰- میزان تغییرات WHC (درصد) عضله کپور ماهیان در طی ۱۵ روز نگهداری در یخچال (اعداد میانگین ۳ تکرار می‌باشند ± انحراف معیار).

تیمار	مدت نگهداری(روز)		
	۰	۵	۱۵
کپور با تغذیه تجاری	۱۱/۳۲±۱/۲۱^{A,a}	۱۳/۸۶±۰/۳۵^{A,b}	۱۵/۶۷±۱/۸۴^{A,b}
کپور پرورشی	۱۹/۰۸±۰/۱۸^{B,a}	۲۵/۶۸±۰/۸۹^{B,b}	۳۳/۶۵±۲/۴۹^{C,c}
کپور دریایی	۲۱/۷۱±۲/۱۴^{C,a}	۲۷/۹۱±۰/۱۷^{C,b}	۲۷/۹۰±۰/۶۱^{B,b}

حروف بزرگ غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف در هر زمان است و حروف کوچک غیرمشترک در هرردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در هر تیمار در زمان‌های مختلف می‌باشد

جدول۱۱- میزان تغییرات روشنایی (L) عضله کپور ماهیان در طی ۱۵ روز نگهداری در یخچال (اعداد میانگین ۳ تکرار می‌باشند ± انحراف معیار).

تیمار	مدت نگهداری(روز)		
	۰	۵	۱۵
کپور با تغذیه تجاری	۶۳/۷۶±۰/۲۳^{C,b}	۶۰/۰۵±۱/۵۸^{B,a}	۶۲/۴۸±۲/۸۰^{C,ab}
کپور پرورشی	۵۰/۳۳±۰/۶۴^{A,a}	۴۹/۴۰±۱/۰۵^{A,a}	۴۸/۹۵±۲/۹۷^{A,a}
کپور دریایی	۵۹/۵۳±۱/۵۱^{B,b}	۶۲/۱۶±۰/۹۵^{B,b}	۵۴/۵۸±۱/۲۷^{B,a}

حروف بزرگ غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف در هر زمان است و حروف کوچک غیرمشترک در هرردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی دار در هر تیمار در زمان‌های مختلف می‌باشد

جدول۱۲- تغییرات میزان قرمزی (a) عضله کپور ماهیان در طی ۱۵ روز نگهداری در یخچال (اعداد میانگین ۳ تکرار می‌باشند ± انحراف معیار).

تیمار	مدت نگهداری(روز)		
	۰	۵	۱۵
کپور با تغذیه تجاری	۹/۲۶±۰/۴۶^{A,a}	۹/۶۶±۰/۶۱^{A,a}	۹/۵۳±۰/۸۳^{A,a}
کپور پرورشی	۱۵/۵۹±۰/۴۶^{C,b}	۱۶/۱۰±۰/۴۰^{C,b}	۱۲/۸۰±۱/۳۵^{B,a}
کپور دریایی	۱۲/۹۱±۰/۰۲^{B,b}	۱۱±۰/۴۰^{B,a}	۱۰/۷۳±۰/۲۳^{A,a}

حروف بزرگ غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف در هر زمان است و حروف کوچک غیرمشترک در هرردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در هر تیمار در زمان‌های مختلف می‌باشد

جدول۱۳- تغییرات میزان زردی (b) عضله کپور ماهیان در طی ۱۵ روز نگهداری در یخچال (اعداد میانگین ۳ تکرار می‌باشند ± انحراف معیار).

تیمار	مدت نگهداری(روز)		
	۰	۵	۱۵
کپور با تغذیه تجاری	۲±۰/۰۰$^{B, b}$	۰/۱۱±۰/۲۰^{A,b}	۱/۶۰±۰/۴۰^{AB,a}
کپور پرورشی	۱/۱۶±۰/۰۵۷^{A,a}	۳/۱۰±۰/۴۰^{B,b}	۱/۴۶±۰/۲۳^{A,a}
کپور دریایی	۳/۲۳±۰/۴۶^{C,c}	۲/۷۰±۰/۰۰^{B,b}	۲/۰۳±۰/۰۵^{B,a}

تیمارهای ۱،۲و۳ به ترتیب مربوط به ماهی کپورتغذیه شده با غذای تجاری، ماهی کپور پرورشی و ماهی کپوردریایی می‌باشد.
حروف بزرگ غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف در هر زمان است و حروف کوچک غیرمشترک در هرردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در هر تیمار در زمان‌های مختلف می‌باشد.

بحث

در بین ماهیان پرورشی، کپور معمولی از قابلیت‌های بالایی برای پرورش برخوردار میباشد و در مقابل تنگناهای pH محیطی و تغییرات فیزیکی و شیمیایی آب خصوصا مقاوم بوده است (۶). در طبیعت این ماهی از منابع مختلف به

عنوان مکمل رشد خود استفاده می کند (۷) که این منابع در شرایط پرورش این ماهی در محیط محصور ممکن است وجود نداشته باشد که این عامل می تواند روی ترکیب لاشه این ماهی اثر بگذارد.

آنالیز تقریبی فیله ماهیان در روز اول نشان می دهد که چربی فیله ماهی پرورشی نسبت به دو تیمار دیگر به طور معنی داری پایین‌تر است. کمتر بودن مقدار چربی در ماهی پرورشی در استخر شاید ناشی از سن پایین‌تر این ماهی نسبت به ماهی دریایی باشد چون با افزایش سن میزان تجمع چربی افزایش می‌یابد، از طرف دیگر چربی بیشتر استفاده شده در غذای ماهی، درمحیط پرورشی آزمایشگاه، موجب انباشت بیشتر چربی در بافت این ماهی شده و از طرفی کوچک بودن محیط پرورشی و تحرک کمتر ماهی که موجب شده کلا نسبت به دو ماهی دیگر در کل دارای چربی بیشتری باشد. در طول دوره نگهداری، میزان چربی در هر ۳ تیمار کاهش یافته است که با فساد چربی ارتباط دارد. در ماهی پرورشی نیز از مقدار چربی کاسته شده ولی معنی‌دار نیست که ممکن است به دلیل کمبود چربی به شکل اولیه در این ماهی باشد. در این مطالعه میزان پروتئین لاشه ماهیان در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نشان نداد. همچنین در طول دوره نگهداری نیز تغییر معنی‌داری در میزان پروتئین مشاهده نشد. در مطالعه بسیاری از محققان تغییر در میزان پروتئین جیره های مختلف تاثیری در میزان پروتئین فیله ماهیان نداشته است. در مطالعه چان و همکاران بر روی ماهی سالمون کوهو، سطوح پروتئین ۴۰ و ۶۰ درصد تاثیری در مقدار پروتئین و خاکستر لاشه ماهیان نداشته است (۱۵).

کاهش رطوبت نمونه‌های فیله در طی دوره نگهداری، علاوه بر کاهش وزن (۴)، باعث افزایش تغییرات اکسیداسیونی، دناتوره شدن پروتئین‌ها، تغییرات رنگ و در نتیجه افت کیفیت محصول می‌شود (۱۳). کاهش مقدار رطوبت نمونه‌ها، سبب تسریع تراکم کاتالیست‌ها و اکسیداسیون می‌گردد (۲۰). تغییر و کاهش در میزان رطوبت در محصولات، باعث افزایش اکسیداسیونی چربی ها و تغییر در میزان آنها می‌شود. نتایج بسیاری از محققین کاهش معنی‌دار رطوبت فیله ماهی نگهداری شده در سرما را طی دوره نگهداری نشان داده است (۱۴، ۵۱). در این آزمایش کاهش رطوبت در طی دوره‌ی نگهداری معنی‌دار نبود. پس تغییر رطوبت در این آزمایش تاثیر چندانی بر اکسیداسیون چربی و پروتئین‌ها و کاهش کیفیت ماهی نداشته است. نتایج مطالعه حاضر با نتایج بدست آمده در خصوص کاهش رطوبت سوسیس‌های تهیه شده از ماهی کپور همخوانی دارد (۱۰). البته بالاتر بودن رطوبت در کپور پرورشی ناشی از کمتر بودن ذخیره چربی در عضله این ماهی است از آنجائیکه آب و چربی معمولا در عضله نسبت معکوس دارند.

میزان پروتئین فیله ماهیان نگهداری شده در یخچال بین تیمارهای مختلف و همچنین در طول دوره نگهداری اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. در مطالعات بسیاری از محققین گزارش شده است که میزان خاکستر فیله تحت تاثیر جیره غذایی قرار ندارد (۲۱ و ۲۷). افزایش جزیی در میزان خاکستر فیله ماهیان، احتمالا به‌دلیل کاهش جزئی در میزان رطوبت و همچنین کاهش در میزان چربی فیله ها در طول دوره نگهداری باشد.

طی دوره سرد سازی کیفیت ماهی کاهش می‌یابد (۴۲). تغییرات چربی نقش مهمی در افت کیفیت ماهی برعهده دارد (۱۳) تغییر و کاهش در میزان رطوبت در محصولات، باعث افزایش اکسیداسیونی چربی‌ها و تغییر در میزان آنها می‌شود. کاهش میزان چربی در تحقیق حاضر، ناشی از تاثیر روش نگهداری بر کیفیت و ماندگاری فرآورده‌های ماهیان می باشد که دلیل آن اکسیداسیون چربی و عملکرد آنزیم‌های موثر در فساد هیدرولیتیک چربی و تبدیل آن به اسیدهای چرب آزاد است (۵۴). در مطالعه حاضر، نتایج بدست آمده از بررسی میزان چربی کل نشان می‌دهد که

میزان چربی در طی دوره‌ی نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی گراد، کاهش داشته است. مطالعات صورت گرفته در خصوص کاهش چربی بر روی کیلکای آنچوی (*Clupeonela engrauliformis*) (۳) و بر کفال خاکستری (*Mugile cephalus*) (۱۹) با مطالعه حاضر همخوانی داشت. این مطالعه همچنین با نتایج مطالعه ارسلان و همکاران درخصوص کاهش چربی در تهیه سوسیس از ماهی کپور معمولی در طی ۳۰ روز نگهداری در یخچال مطابقت دارد (۱۰). از عوامل اصلی کاهش چربی‌ها، اکسیداسیون آن‌ها می‌باشد. به دلیل اهمیتی که اکسیداسیون چربی‌ها در ایجاد بد طعمی در مواد غذایی دارند، این پدیده به طور گسترده‌ای مورد تحقیق قرار گرفته است (۵). در مطالعه حاضر برای بررسی فساد هیدرولیتیکی (آنزیمی) چربی نمونه‌های فیله کپورماهیان از شاخص اسیدهای چرب آزاد استفاده گردید.

مقدار اسیدهای چرب آزاد تولیدی به مدت زمان و درجه حرارت نگهداری بستگی دارد (۱۲ و ۴۶). گلیسریدها، گلیکولیپیدها و فسفولیپیدها توسط آنزیم‌های لیپاز هیدرولیز شده و به اسیدهای چرب آزاد تبدیل می‌شوند که در ادامه روند اکسیداسیون چربی به آلدهیدها و کتون‌ها تبدیل می شوند. بنابراین تعیین میزان اسیدهای چرب آزاد یک شاخص خوب برای بیان اثر آنزیم‌های لیپولتیک بر چربی ماهیان و سایر فراورده‌های گوشتی می‌باشد (۱۱). تجمع اسیدهای چرب آزاد در عضلات ماهی باعث افزایش طعم نامطلوب و آسیب‌های بافتی ناشی از ترکیب آن با پروتئین عضله می‌شود (۳۶). نتایج بدست آمده، نشان می‌دهد که در طی مدت ۱۵ روز نگهداری، با افزایش زمان اسیدهای چرب آزاد نیز افزایش می‌یابد و در روز پانزدهم به حداکثر میزان در طی مدت نگهداری می‌رسد. این روند افزایشی، بیان کننده روند اکسیداسیون چربی و افت کیفیت چربی محصول است. نتایج مشابهی در مطالعه ناتسبا و همکاران مشاهده شد (۳۹). آنها دریافتند که میزان FFA در ماهی سوف نیل (*Lates niloticus*) طی نگهداری در یخ افزایش یافت. در بین تیمارها بیشترین میزان اسیدچرب مربوط به کپور ماهی پرورشی بود. بیشتر بودن FFA در کپور پرورشی به دلیل کم بودن چربی‌های ذخیره‌ای همانند تری‌آسیل‌گلیسرول می‌باشد و ثابت شده در ماهیان کم چرب فسفولیپیدها بیشتر دچار هیدرولیز می‌شوند که با تولید FFA زیادی همراه است، همانگونه که در نتایج دیده می‌شود کپور تغذیه شده با غذای تجاری و کپور دریایی که تقریبا میزان چربی بالاتر و یکسانی داشتند میزان FFA کمتری دارند.

اندازه گیری میزان TVN نشان‌دهنده شکست پروتئین‌ها در اثر فعالیتهای آنزیمی و باکتریایی است که منجر به تولید آمین‌ها و کاهش ارزش غذایی محصول می‌شود (۳۰) و به طور گسترده‌ایی به عنوان یکی از شاخص‌های فساد گوشت مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتایج این مطالعه نشان داد که TVN نمونه‌ها در زمان صفر در تیمارهای مختلف بین ۶۶/۲۹-۳۹/۲۶ متغیر بوده است. وقتی غلظت TVN به بیش از ۳۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت برسد فیله ماهی برای مصرف مناسب نیست (۱۷). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که حتی در روز صفر هم مقدار TVN فیله ها بیشتر از مقدار مجاز معرفی شده توسط کانل (۱۹۹۵) برای مصرف در هر سه تیمار بوده است. در طول دوره نگهداری نیز میزان TVN در تیمارهای مختلف افزایش یافته است. میزان TVN در ماهیان دریایی و پرورشی بیش از ماهی تغذیه شده با غذای تجاری بوده که احتمالا به دلیل فعال بودن بیشتر ماهیان دریایی و ماهی پرورشی و وجود پروتئینهای سارکوپلاسمیک بیشتر در عضلات ماهی می باشد. مقدار TVN در فیله ماهی آلباکور (۴۳)، ماهی هاک (۴۷) و ماهی لیزارد (۱۴) نگهداری شده در یخ و مینس گربه‌ماهی (۵۱) در طول نگهداری در یخ افزایش یافت.

میزان تیوباربیتوریک اسید یک شاخص کیفی مهم در روند ترشیدگی محصولات می‌باشد، وجود چنین ترکیباتی در

گوشت ماهی سبب تغییراتی در ویژگیهای حسی آن از جمله طعم و بو می‌شود (۳۲).

این شاخص عمدتاً جهت ارزیابی درجه اکسیداسیون چربی مورد استفاده قرار می گیرد و میزان محصولات ثانویه ناشی از اکسیداسیون چربی که عمدتا شامل آلدهیدها یا کربونیل است را نشان می‌دهد که باعث طعم و بوی بد در چربی یا فرآورده می‌شود (۳۴).

محدوده ۲-۱ میلی‌گرم مالون‌آلدهید بر کیلوگرم چربی را به عنوان حد قابل قبول مقادیر تیوباربیتوریک اسید در ماهیان معرفی کرد. افزایش در میزان تیوباربیتوریک اسید، نشان‌دهنده افزایش اکسیداسیون چربی‌ها و افت کیفیت محصول می‌باشد (۳۵). نتایج مطالعه حاضر نشان داده است که درطول دوره نگهداری میزان TBA افزایش پیدا کرده و بین تیمارهای مختلف کمترین مقدار در تیمار۳ یعنی کپور دریایی مشاهده شده است. پس از ۱۵ روز نیز مقدار TBA این ماهیان کمتر از میزان قابل مصرف بوده است. این نتایج با نتایج مطالعات دیگر محققین بر روی نگهداری ماهی Meagre در یخ (۲۴) و مطالعه بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان نشان دادند که TBA فیله‌ها طی دوره نگهداری در یخ افزایش یافت (۱۶). همانند FFA حداکثر TBA در کپور پرورشی دیده شد که نشان‌دهنده اثر هیدرولیز در تشدید اکسیداسیون می‌باشد ولی از آنجائیکه تیمارهای آزمایشی در یخچال نگهداری می‌شوند و تولیدات ناشی از هیدرولیز پروتیئنها در اثر عمل باکتری یا آنزیم‌های عضله معمولا خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند. تفاوت و افزایش اندک میزان TBA توجیه می‌شود یافته های ناشی از اندازه‌گیری TBA و کمتر بودن TBA در کپور دریایی با زیاد بودن TVN در کپور دریایی و اثر ممانعت آن بر اکسیداسیون همخوانی دارد.

pH اولیه ماهی پس از مرگ بستگی به نوع گونه ماهی، نوع صید و فصل دارد (۲۸). شرایط فیزیولوژیک یا درجه فعالیت یا استرس قبل از مرگ و یا هر دو می‌تواند تاثیر معنی‌داری بر سرعت و توسعه تغییرات اتولیتیکی و در نتیجه میزان pH عضله پس از مرگ داشته باشد (۲۵). پس از مرگ ماهی بر اثر تولید اسید لاکتیک حاصل از گلیکولیز مقدار pH کاهش می‌یابد (۵۶)، بعد از فرآیند گلیکولیز تغییرات اتولیتیکی نظیر دناتوره شدن پروتئین‌ها شرایط مناسب را برای رشد و تکثیر میکروب‌ها که می‌تواند منجر به افزایش pH شود، فراهم می‌کند (۴۱)، در این مطالعه از ماهیان تازه برای انجام آزمایش استفاده شد. احتمالا به دلیل کاهش بار آلودگی میکروبی این ماهیان، pH نمونه‌ها در این تحقیق افزایش پیدا نکرد. نتایج بدست آمده از این مطالعه نشان داد که pH تیمارهای مختلف در طول دوره نگهداری اختلاف معنی‌داری داشت، در بین تیمارهای مختلف در هر زمان نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده شد اما این اختلافات روند افزایشی یا کاهشی منظمی را نشان نداد. تغییرات معنی‌داری در pH ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در طول نگه‌داری در یخ مشاهده نشد (۱۶). همچنین pH فیله ماهی Meagre در طول نگه‌داری در یخ در طول زمان روند منظمی نداشت (۲۴).

رطوبت تحت فشار یکی از مهمترین پارامترهای کیفی است که مستقیما به ظاهر فرآورده، بازده فرآورده و کیفیت آن مانند آبدار بودن اثر می‌گذارد (۵۷،۴۰). رطوبت تحت فشار به مقدار پروتئین تغییر یافته در اثر از دست دادن آب سطحی، تشکیل کریستال‌های یخی مرتبط می‌باشد (۳۷ و ۵۱). در مطالعه حاضر، نتایج نشان می‌دهد که میزان رطوبت تحت فشار در فیله ماهیان نگهداری شده در دمای یخچال در طی ۱۵ روز، افزایش می‌یابد. بیشتر بودن رطوبت تحت فشار ناشی از آسیب بیشتر به سیستم پروتئینی است که با نتایج TVN در مورد هر سه ماهی همخوانی دارد. در بین تیمارهای مختلف، در میزان رطوبت تحت فشار تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج حاکی از این مطلب است که با افزایش مدت زمان نگهداری فیله‌ها، قدرت نگهداری آب آن‌ها کاهش و رطوبت تحت فشار آن‌ها افزایش یافته است. که این نتایج با مطالعه بر روی

عضله چندین گونه ماهی از جمله ماهی سالمون آتلانتیک (۴۵) و مطالعه بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در رابطه با کاهش میزان رطوبت تحت فشار (۳۸) مطابقت نداشت.

اندازه‌گیری آهن هم به عنوان یک شاخص افت کیفیت بیان می کند که با افزایش فساد ماهیان، کمپلکس هم تخریب شده و یون آهن آزاد می‌شود. این یونهای فلزی می‌توانند به عنوان عامل پراکسیدان چربی بر عهده گیرند (۱۸). بنابراین کاهش مقادیر آهن هم می‌تواند به صورت غیر مستقیم بیانگر افزایش اکسیداسیون چربی باشد. هر قدر از مقدار آهن هم کاسته شود، آهن غیر هم افزایش یافته و فساد اکسیداسیونی نیز افزایش می‌یابد (۲۶). آهن غیر هم و سایر یون‌های فلزی آزاد شده می‌توانند باعث تولید رادیکال های آزاد از اسیدهای چرب گردند، که نقش این رادیکال‌ها به عنوان آغازگرهای اکسیداسیون چربی محرز است (۱۸). در این تحقیق میزان آهن هم در طی زمان نگهداری کاهش یافته و در بین تیمارها کمترین مقدار مربوط به کپور پرورشی است. بالاتر بودن آهن‌هم در ماهی دریایی ارتباط به نیاز اکسیژنی بیشتر این ماهی به دلیل فعالیت زیادتر آن دارد که موجب می‌گردد تا مقدار رنگدانه‌های تنفسی بیشتری داشته باشد. در شرایط پرورش ماهی در وان‌ها نیز ممکن است هم تغذیه دستی با غذای حاوی پروتئین بالا و هم کمبود اکسیژن دلیل وجود آهن هم بالاتر نسبت به ماهی پرورشی باشند. در بررسی ماهیان منجمد کاد (*Gadus morhua*) و ماکرل (*Rastelliger kanagurta*) نشان داد که در جریان نگهداری ماهیان منجمد در دمای ۱۴- درجه سانتی‌گراد، میزان آهن هم کاهش می یابد (۵۲) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت.

شاخص رنگ‌سنجی فیله‌های ماهیان در طول نگهداری در یخچال مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان شاخص L که نشان دهنده روشنایی فیله ماهیان است، در فیله ماهی پرورش یافته با غذای تجاری و محیط محصور نسبت به تیمارهای دیگر بیشتر است. بنظر می رسد پرورش این ماهی در محیط تیره وان پرورشی باعث تیره شدن فیله آن نیز شده است. ماهیانی که به طور مستمر شنا می کنند نسبت به ماهیان کم تحرک‌تردارای عضلات قرمز بیشتری هستند. حتی در میان ماهیان یک گونه، ماهیانی که فعالیت بیشتری دارند عضلات تیره‌تری دارند (۴). در این مطالعه، میزان شاخص a که نشان دهنده میزان قرمزی فیله ماهیان است در تیمار ماهی پرورش یافته در وان و محیط آزمایشگاه، نسبت به ماهیان پرورشی در محیط طبیعی و ماهیان دریایی کمتر است. احتمالا تحرک کمتر این ماهی در محیط پرورش باعث کمتر بودن میزان عضله تیره در این ماهی شده است. میزان عضله تیره در ماهی پرورشی در محیط استخر پرورشی نسبت به ماهی دریایی بیشتر است که ممکن است به دلیل فعالیت بیشتر این ماهی در محیط متراکم‌تر و رقابت غذایی بیشتر با سایر ماهیان باشد.

مقدار شاخص b در ماهی دریایی بیشتر از ماهیان پرورشی در محیط استخر پرورشی و آزمایشگاه است. یکی از دلایل این امر می تواند بیشتر بودن میزان رنگدانه در غذای طبیعی این ماهی باشد. مقدار این شاخص در طول دوره نگهداری در همه تیمارها کاهش پیدا کرده است.

نتیجه گیری:

بررسی و مقایسه نتایج این آزمایش بین تیمارهای مختلف، اختلاف مشخصی را بین فاکتورهای کیفی فیله ماهیان در طول دوره نگهداری نشان نداد. به طور کلی، تیمار ماهی پرورشی نسبت به دو تیمار دیگر، در طول دوره نگهداری فساد بیشتری را نشان داد. مقایسه فیله ماهی دریایی و ماهی تغذیه شده با غذای تجاری، بهتر بودن فیله یک تیمار را نسبت به دیگری در طول دوره‌ی نگهداری نشان نداد. در این زمینه باید مطالعات بیشتری انجام شود تا بتوان با قرار دادن نتایج مطالعات مختلف، قضاوت صحیح‌تری در

مورد کیفیت فیله این تیمارها در طول دوره نگهداری داشت.

منابع

۱. خرمگاه، م.، رضایی، م.، اجاق، م.، باباخانی لشکان، آ. ۱۳۸۶. مقایسه ارزشهای تغذیه‌ای و اسیدهای چرب امگا-۳ عضله‌های پشتی و شکمی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) وحشی و پرورشی، مجله علوم دریایی ایران، شماره ۳ و۴، ص۳۱-۳۷.

۲. رضایی، م. ۱۳۸۲. اثرات دما و مدت زمان نگهداری به حالت انجماد در تغییرات چربی ماهی کیلکای آنچوی . پایان نامه دکتری. دانشگاه تربیت مدرس.

۳. رضایی، م.، سحری، م. ع.، معینی، س.، صفری، م.، غفاری، ف. ۱۳۸۲. مقایسه کیفیت چربی کیلکای آنچوی *Clupeonella engraliformis* در دو روش حمل و نگهداری موقت سرما. مجله علمی شیلات ایران. سال دوازدهم. شماره ۳: ص ۹۷-۱۰۸.

۴. رضوی شیرازی، ح.۱۳۸۶. تکنولوژی فراورده های دریایی، جلد ۱، انتشارات پارس نگار، چاپ دوم.

۵. فاطمی، ح. ۱۳۷۸. شیمی مواد غذایی. شرکت سهامی انتشار. ۴۸۰ صفحه.

۶. قنبری، م .جامی،م .نقدی،م .شهریاری مقدم، م .۱۳۸۸ . بررسی تاثیرات دراز مدت تغییرات pH آب بر شاخصهای خونی بچه ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio L.*). مجله زیست شناسی ایران .جلد ۲۲ ، شماره ۱، بهار ۱۳۸۸. ص ۱۴۳.

۷. نصرالله زاده، ا. نویریان، ح. ۱۳۹۲. اثر سطوح متفاوت ریشه گیاه نی (*Phragmitis Austratis*) به عنوان غذای مکمل رشد و راندمان تغذیه کپور معمولی جوان (*Cyprinus carpio L.*). مجله پژوهشهای جانوری (مجله زیست شناسی ایران). جلد ۲۶، شماره ۴. ۱۳۹۲.

۸. یگانه، س. شعبانپور، ب. حسینی، ه. ایمانپور، م. شعبانی، ع. عباسی،م. ۱۳۹۱. ارزیابی تغییرات فصلی ترکیب شیمیایی و ترکیب اسیدهای چرب فیله ماهی کپور پرورشی (*Cyprinus Carpio*). مجله زیست شناسی ایران. جلد ۲۵ شماره ۲. ۱۳۹۱.

9. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (1995) *Official Methods of Analysis*, 16th edition. AOAC, Arlington, Virginia, 1141 pp.

10. Arsalan, A., Dincoglu, A., Gonulalan, Z. 2001. Fermented *Cyprinus carpio* Sausage. *Turk J Vet Anim Sci*. 25: 667-673.

11. Aubourg, s. 2001.Damage detection in horse mackerel (*Trichurus trachurus*) during chilled storage. J. Am. Oil Chem. Soc, 78: 857-862.

12. Aubourg, s. p., and medina, i. 1999.Influence of storage time and temperature on lipid deterioration during cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) frozen storage. J. sci. food agric. 94: 1973-1948.

13. Ben-Gigirey B., De Sousa J.M., Villa T.G., Barros-velazqez J.; ‹‹Chemical change and visual appearance of albacore tuna as related to frozen storage››; 1999; 64: 20-24.

14. Benjakul, S., Visessanguan, W. & Tueksuban, J. (2003). Changes in physic-chemical properties and gel-forming ability of lizardfish (*Saurida tumbil*) during post-mortern storage in ice. Food chemistry, 80, 535-544.

15. Chan, J. C. K., Mann, J., Skura, B. J., Rowshandeli, M., Rowshandeli, N. & Higgs, D. A., 2002. Effects of feeding diets containing various dietary protein and lipid ratios on the growth performance and pigmentation of post-juvenile coho salmon *Oncorhynchus kisutch* reared in sea water. Aquaculture Research 33, 1137-1156.

16. Chytiri S., Chouliara I., Savvaidis I.N. &Kontominas M.G. 2004.Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquaculture rainbow trout. Food microbiology 21:157-165.

17. Connel, j. j. 1995.Control of fish quality, 4th edn.Fishing News Books, London.

18. Clydesdale, F. M. 1978. Colorimetry, Methodology and Applications. Critical Reviews in Food Science 10(3): 243–301.

19. Dragoev, S. G., Kiosev, D. D., Danchev, S. A., Ionchev, N. I., and Genv, N. S. 1998. Study on oxidative processes in frozen fish, Bulgarine. *J. Agric. Sci*. 4: 55-65.

20. El-Sebaiy L.A., Metwalli S.M., Khalil M.E.; Phospholipids change in muscle of plathead Grey Mullet (*Mujil cephalus*) during frozen storage. Food Chemistry; 1987; 26: 85-96.

21. Erickson, M. C. 1997. Lipid oxidation: Flavor and nutritional quality deterioration in frozen

foods. Antioxidants and their application to frozen foods. *In Erikson, M.C., and Hung, Y.C. Qualityin frozen food, Chapman & Hall.* P 141-163, P 233-257.

22. FAO, Food and Agricultural Organization Yearbook, 2008.
23. Gao, W.Liu Y,-J.,Tian L.-X.,Mai K.-S.,LiangG.-Y.,Yang H.-J.,Huai M,-Y. &W.-J. Luo. (2009) Effect of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth performance, body composition, nutrient utilization and hepatic enzymes activities of herbivorous grass carp (*Ctenopharyngdon idella). Aquaculture Nutrition* 16, 327-333.
24. Hasegawa, H. (1987). Laboratory manual on analytical methods and procedures for fish and fish products. Marine fisheries research department center, Singapore.
25. Hernandez, M. D., Lopez., M. B., Alvarez, A., Ferrnandini, E., Garcia Garcia, B., &Garrido, M. D. 2009. Sensory, physical, chemical and microbiological changes in aquacultured meager (*Argyrosomus regius*) fillets during ice storage. Food chemistry. 114 (1), 237-245.
26. Hiltz D.F. & Dyer, W.J. 1971. Octopin in adductor muscle of the sea scallop (*Placopectenmagellanicus*). J. fish Res. Bd Can. 28:869.
27. Hoke, M. E., Jahncke, M. L., Silva, J. L., Hearnsberger, J. O., & Suriyaphan, O. 2000. Stability of washed frozen mince from channel catfish frames. *Journal of Food Science*, 65(6): 1083–1086.
28. Hu Y.H., Liu, Y.J., Tian, L.X., Yang, G.Y., Liang & W. Gao. (2007) Optimal dietary carbohydrate to lipid ratio for juvenile yellowfinseabream (*Sparuslatus).AquacultureNutrition* 13, 291-297.
29. Huss, H.H. (1988). Fresh fish- quality quality changes. Training manual rom: united nations. Food and agriculture organization and denish international development agency: FAO/DANIDA.
30. Karakam, H., and Boran, M. 1996. Quality changes in frozen whole and gutted anchovies during storage at -18º C. *International Journal of Food Science and Technology*. 31: 527-531.
31. Kerr, M., Lawicki, P., Aguirre, S., and Rayner, C. 2002.Effect of storage conditions on histamine formation in fresh and canned Tuna. State Chemistry Laboratory- Food Safety Unit, Department of Human Service, Werribee: 5-20.
32. Kirk, R. S., & Sawyer, R. 1991. Pearson's composition and analysis of foods (9th ed.). London: Longman scientific and technical.
33. Ladikos, D., Lougovois, V. 1990. Lipid oxidation in muscle food: A review. Food Chemistery. 35: 295-314.
34. Lie Q (2001) Flesh Quality- The Role of Nutrition. Aquac Res 32: 341- 348
35. Lin, C., & Lin, C. 2005. Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillets by glazing with tea extracts. *FoodControl*, 16: 169–175.
36. Lakshmanan, P.T. (2000). Fish spoilage and quality assessment. In t. s. g. lyer, m. k. kandoran, mary Thomas, & p. t. Mathew (eds.), quality assurance in seafood processing (pp. 26-40). Cochin: society fisher techno (india).
37. Mai J. & Kinsella, J. E. 1980. Composition and lipids and proteins of deboned minced and fillet white sucker (*Catostomuscommersoni*). Journal of food biochemistry. 3: 229-239.
38. Mishara, R., and Srikar, L. N. 1989. Shelf life of frozen stored clam (*Meretrix casta*) meat. *Journal of Food Science and technology*. (*India*). 26: 201-204.
39. Mørkøre, T., Hansan, A.A., Unander, E., and Einen, O. 2002. Composition, Liquid holding capacity and mechanical properties of farmed rainbow trout: variation between fillet section and the impact of ice and frozen storage. Journal of Food science. 67:1933-1938.
40. Natseba, A., Lwalinda, I., Kakura, E., Muyanja, C. K. &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.
41. Olsson, G.B., Ofstad, R., Lodemelc, J.B., and Olsen,R.L.2003. Change in water holding capacity of halibut muscle during cold storage. Journal of Lebensm wiss. u-Technol. 36:771-778.
42. Parkin, K. L., Brown, W. D. 1983.Modified atmosphere storage of Dungeness crab (*Cancer magister*). J. Food sci. 48: 370.
43. Peres-Alonso, F., Arias, C., and Aubourg, S. 2003. Lipid deterioration during chilled Storage of Atlantic Pomfret(*Brama brama*).*Eur.J.LipidSci.Technol*. 105: 661-667.
44. Perez-Villarreal, B., Pozo, R. 1990. Chemical composition and ice spoilage of Albacore (*Thunnus alalunga*). *J. Food Science*. 55: 678-682.

45. Rezaei M, Sahari MA, Moeini S, Safari M, Ghaffari F. Comparison quality oil of anchovy Kilka in two methods of transport and cold storage. Iranian J of Fisheries Sci 2003; 3: 97-108 [in persian].

46. Rørå, A.M.B., Regost, C., and Lampe, J. 2003. Liquid holding capacity, texture nd fatty acid profile of smked fillets of Atlantic salmon fed diet containing fish oil or soybean oil. Food Research International. 36:231-260.

47. Roldan, h.a., roura, s.i., montecchia, c.l., borla, o.p., and crupkin, m., 2005. Lipid changes in frozen stored fillets from per and post spawned hake (merluccius hubbsi marini). Journal of food biochemistry. 29 pp: 187-204.

48. Ruiz-capillas, c. & moral, a. (2001). Correlation between biochemical and sensory quality indices in hake stored in ice. Journal of food science, 34, 441-447.

49. Salehi, H. (2004). Carp culture in Iran. Sustainable aquaculture, 6(2), 8-11.

50. Shearer, K.D. 1994. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmoids. Aquaculture. 119: 63-88.

51. Shewfelt, R. L. 1981. Fish muscle lipolysis-a review ,*J Food Biochem*. 79: 10

52. Suvanich, V., Jahncke, M. L., and Marshall, D. L. 2000. Changes in Selected Chemical Quality Charactristic of Channel Catfish Frame Mince During Chill and Frozen Storage.

53. Tall, J., and Harris, P. 1995. Rancidity in frozen fish. In fish oil technology nutrition and marketing. *R. J. Hamilton* (Ed). 3: 35-47.

54. Tokur, B., Ozkutuk, S., Atici, E., Ozyurt, G., and Ozyurt, C. 2006. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (Cyprinus carpio L.,1758), dueing frozen storage (-18 C). Food Chemistry, 99: 335-341

55. Toyomizo M., Hanaoka K., Yamaguchi K.; ‹‹Effect of release of free acids by enzymatic hydrolysis of phospholipids on lipid oxidation during storage of fish muscle at -5°C››; Bull. Jap. Soc. Sci. Fish; 1981; 47: 615-610.

56. Watabe, S., Kamal, M., and Hashimoto, K. 1991. Postmortem changes in ATP, creatinine phosphate, and lactate in sardine muscle. *Journal of FoodScience*. 56: 151-153.

57. Woywoda, A.D., Shaw, S.J., Ke, P.J. & Burns, B.G. 1986. Recommended laboratory methods for assessment of fish quality. Canadian technical report of fisheries and aquatic sciences. 1448: 73-82.

58. Zhuavg, H., savage, E.M., Smith, D.P., and Berrang, M.E. 2008. Effect of dry –air chilling on warner-bratzler shear and water holding capacity of broiler breast meat debondel four hour postmortem. Journal of Food poultry science. 7:743-748.

Comparing of qualitative changes among the carps culturing in a pond, an under controlled place and marine carp during refrigeration

Shabanpour B.[1], Asghari M.[1], Heydari S.[1], Baee H.[1], Ghorbani A.[1] and Jafar A.[2]

[1] **Fisheries Dept.,Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, I.R. of Iran**

[2] **Fisheries Dept., Aquaculture Research Center Shahid Fazli, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, I.R. of Iran**

Abstract

The kind of feeding and feed conditions affect on fish quality. They also affect on proximate composition and fish shelf life. Hence the aim of this study was the evaluation of qualitative changes among the carps culturing in a pond (CCP), an under controlled place (CL) and marine carp (MC) during refrigeration. In order to perform this study, the fish was stored at 4°C for 15 days. During the storage time, qualitative changes were evaluated with recording changes in their Total Volatile Bases Nitrogen (TVN), Thiobarbiotic Acid (TBA), Free Fatty Acids (FFA), pH, WHC and heme iron. The proximate compositions of fish fillet (moisture, protein, lipid and ash) were evaluated. The results showed that the highest value of moisture and the lowest value of lipid were observed in CCP. Protein levels among different treatments did not have significant difference. TVN, TBA and FFA increased during refrigeration. pH changes didn't follow an identical pattern in all treatments. The highest level of TBA and FFA and the lowest level of heme iron were observed in CCP. The highest level of WHC was observed in marine carp. The results showed that CCP had more potential to decay.

Key words: qualitative changes, common carp, refrigeration and proximate composition