

بررسی تغییرات اجزای ترکیبی تشکیل دهنده‌ی لاشه ماهی قزل آلا‌ی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در طول نگهداری در دمای یخچال

محمد حسن کمانی^۱، سید علی مرتضوی^۲، امید صفری^۳، معصومه مهربان سنگ آتش^{۴*}

^۱ باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

^۲ استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۳ استادیار گروه شیلات، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۴ استادیار گروه پژوهشی کیفیت و ایمنی مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۵/۲ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۱۶

چکیده

قزل آلا‌ی رنگین کمان از گونه‌های مهم ماهی‌های پرورشی ایران است که به دلیل وجود منابع غنی از پروتئین، چربی و انرژی جزو غذاهای ضروری محسوب می‌شود. تغییر کیفیت در ماهیان از زمان صید شروع شده که میزان این تغییر بسته به روش حمل و نقل، شرایط نگهداری و گونه‌ی ماهی متغیر بوده و منجر به کاهش عمر ماندگاری می‌شود. در این پژوهش نظر به خاصیت تغذیه‌ای ماهی قزل آلا، تاثیر بیست روز ذخیره سازی در دمای یخچال بر اجزای اصلی تشکیل دهنده‌ی گوشت بررسی شد. نتایج حاصله از درصد رطوبت، پروتئین و خاکستر کاهش معنی‌داری را نشان داد ($p < 0/05$). در میان پارامترهای کاهش یافته میزان رطوبت بیشترین تغییر را نشان داد و میزان آن از ۷۵/۵۱ درصد به ۷۲/۵۹ درصد رسید. میزان چربی خام نیز برخلاف سایر پارامترها از ۵/۴۷ درصد به ۵/۶۳ درصد افزایش یافت. بررسی روابط رگرسیونی بین ترکیبات عضله و زمان نگهداری، معادلات پیشگویی با ضرایب معنی‌داری نشان داد که مهمترین آن‌ها مربوط به پروتئین خام بود ($p < 0/05$)؛ $t^2_{adjusted} = 69/5$. آگاهی مصرف کنندگان از میزان تغییرات مهم ارزش تغذیه‌ای ماهی بالخصوص میزان پروتئین در طول نگهداری امری ضروری بوده و شناخت عوامل موثر بر آن نیازمند پژوهش‌های بیشتری توسط سایر پژوهشگران در این زمینه می‌باشد.

واژه های کلیدی: اجزای تشکیل دهنده لاشه، زمان نگهداری، قزل آلا‌ی رنگین کمان

۱- مقدمه

ماهی به دلیل داشتن ترکیبات مهمی نظیر پروتئین‌ها و اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه، دارای ارزش تغذیه‌ای بالا بوده و مصرف آن جهت حفظ سلامتی به طور قطعی توصیه می‌شود (۱۵). قزل آلالی رنگین کمان متعلق به خانواده‌ی آزاد ماهیان^۱ بوده و از گونه‌های مهم پرورشی ایران محسوب می‌گردد. این ماهی در ایران دارای تولید و تقاضای زیادی به صورت تازه می‌باشد، بطوریکه با تولید بیش از ۱۳۱ هزار تن قزل آلالی پرورشی در سال ۲۰۱۲ در زمره بیشترین تولیدکنندگان این گونه قرار گرفته است (۱۴، ۱۸). اما همیشه تغییر کیفیت ماهی تازه صید شده، دغدغه‌ی اصلی صنعت گران و مصرف کنندگان بوده است که میزان این تغییر کیفیت بسته به نوع حمل و نقل، شرایط نگهداری و گونه‌ی ماهی متغیر می‌باشد (۲۳). تغییرات بوجود آمده در بازه‌ی زمانی صید تا مصرف ممکن است به دلایلی نظیر فساد اکسیداتیو، واکنش‌های ناشی از فعالیت آنزیم‌های درونی ماهی، فعالیت‌های متابولیکی و یا رشد میکروارگانیسم‌ها باشد که منجر به تولید و یا افزایش پارامترهای مهم فساد نظیر ازت فرار کل، هیستامین و سایر آمین‌های بیوژنیک، اندیس پراکسید، تیوباربیتوریک اسید^۲، تغییرات pH و تغییرات نامطلوب حسی شده و عمر ماندگاری را کاهش می‌دهند (۲۴، ۴). اجزای اصلی تشکیل دهنده‌ی گوشت ماهی شامل رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر می‌باشند که میزان این ترکیبات بسته به عوامل متعددی، در گونه‌های مختلف متغیر می‌باشد (۲۱، ۵). مطالعات زیادی در خصوص تاثیر عوامل مختلف بر میزان اولیه این ترکیبات در ماهیان مختلف صورت گرفته است که از جمله آن‌ها می‌توان به تاثیر سطوح مختلف اسید استیک و نمک طعام بر ترکیب شیمیایی در ترشی^۳ ماهی ساری اقیانوس آرام (۲۷)، تاثیر نوع جیره روی ترکیب تقریبی ماهی کپور معمولی (۲۸) و تاثیر دوره نمونه برداری بر ترکیب عضله ماهی ساردین (۲۱) اشاره نمود. در این پژوهش با توجه به اهمیت ماهی قزل آلالی رنگین کمان از نظر بازارپسندی و ارزش تغذیه‌ای و اهمیت فاصله‌ی زمانی بوجود آمده از زمان صید تا مصرف، تاثیر زمان نگهداری بر اجزای

اصلی تشکیل دهنده لاشه‌ی ماهی در دمای یخچال بررسی گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده سازی نمونه‌ها

قزل آلالی رنگین کمان با میانگین وزنی 50 ± 600 گرم از یک مزرعه‌ی پرورشی ماهیان سردآبی واقع در بخش طرهبی شهرستان مشهد تهیه و بلافاصله در مجاورت یخ به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس ماهیان فیله شده و درون کیسه‌های پلی اتیلنی در دمای یخچال 1 ± 4 درجه سانتی‌گراد به مدت بیست روز نگهداری شدند. نمونه‌ها در فواصل زمانی صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ روز مورد آزمایش شیمیایی قرار گرفتند.

۲-۲- آزمون‌های شیمیایی

۲-۲-۱- رطوبت

جهت اندازه‌گیری رطوبت، ۵ گرم از نمونه‌ی گوشت ماهی همگن شده را در آن هوای داغ در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده تا نمونه‌ها به وزن ثابت برسند. سپس میزان رطوبت بر حسب درصد بیان شد (۶).

۲-۲-۲- چربی خام و پروتئین خام

میزان چربی خام کل و پروتئین خام کل به ترتیب به روش سوکسله توسط استخراج با حلال پترولیوم بوسیله‌ی دستگاه سوکسله و به روش کلدال با استفاده از دستگاه کجلدال صورت گرفت (۶).

۲-۲-۳- خاکستر

جهت اندازه‌گیری خاکستر، ۱۰ گرم از نمونه‌ی گوشت ماهی همگن شده را توسط ترازوی دیجیتال با دقت 0.0001 توزین کرده و در کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۶ الی ۱۸ ساعت قرار گرفت تا زمانی که خاکستر سفید ظاهر شد. سپس میزان خاکستر بر حسب درصد بیان شد (۶).

۲-۳- آنالیز آماری

کلیه داده‌های درصدی به صورت \sqrt{x} arcsin تبدیل شدند. بعد از تحقق دو شرط اصلی تجزیه واریانس (همگن بودن واریانس و

¹ Salmonidae

² Thiobarbituric acid (TBA)

³ Marinad

آبزیان خوراکی را در چهار گروه اصلی قرار داده‌اند. این گروه‌ها شامل گونه‌هایی هستند با ۱- چربی کم (کمتر از ۵ درصد) - پروتئین زیاد (بیشتر از ۱۵ درصد)، ۲- چربی متوسط (حدود ۵ تا ۱۵ درصد) - پروتئین زیاد (بیشتر از ۱۵ درصد)، ۳- چربی زیاد (بیشتر از ۱۵ درصد) - پروتئین کم (کمتر از ۱۵ درصد) و ۴- چربی کم (کمتر از ۵ درصد) - پروتئین کم (کمتر از ۱۵ درصد) (۱). ماهی قزل آلابی مورد استفاده در این پژوهش در گروه دوم قرار گرفت. آنالیز تقریبی فیله‌ی ماهی قزل آلابی رنگین کمان که توسط سایر محققین گزارش شده است. مقادیر متفاوتی را به خصوص در میزان این ترکیبات نشان می‌دهد (۱۹،۱۰). این تفاوت در ترکیب بدن ماهی قزل آلابی به میزان زیادی به تغذیه، فصل پرورش و صید، اندازه ماهی و شرایط محیط پرورش مرتبط می‌باشد (۲۱).

۳-۲- رطوبت

نتایج حاصل از اندازه‌گیری رطوبت در طی دوره نگهداری در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری رطوبت بیانگر یک روند کاهشی در فیله‌ی ماهی قزل آلابی رنگین کمان بود. آزمون آماری حاصل نشان داد که بین میانگین مقادیر رطوبت در اولین روز (صفر) و آخرین روز نگهداری (بیستم) کاهش آماری معنی‌داری وجود دارد ($p < 0/05$). میزان رطوبت در اولین روز نگهداری در دمای یخچال ۷۵/۵۱ درصد بود که روند کاهشی آن تا روز پنجم معنی‌دار نبود ولی این روند کاهشی از روز پنجم به بعد معنی‌دار شد و در روز بیستم به مقدار ۷۲/۵۹ درصد رسید ($p < 0/05$). نتایج بررسی روابط رگرسیونی میزان تغییرات رطوبت با زمان نگهداری در جدول ۳ ارائه شده است. بررسی همبستگی بین میزان رطوبت یک رابطه‌ی معنی‌داری را برای خاکستر ($R=0/83$) و چربی ($R=-0/488$) نشان داد ($p < 0/05$) (جدول ۴).

بیشترین وزن ماهی متعلق به آب موجود در بدن ماهی است که اغلب برای ماهیان پرچربی نظیر قزل آلابی رنگین کمان حدود ۷۰ درصد نسبت به وزن فیله است. آب در عضلات ماهی تازه به دو صورت آزاد و متصل شده (که به صورت محکمی به پروتئین پیوند داده شده) است. به طوری که حتی تحت فشار زیاد نمی‌شود آن را از بدن ماهی خارج کرد (۳). نتایج حاصل از اندازه‌گیری رطوبت بیانگر یک روند کاهشی معنی‌داری در

نرمال بودن داده‌ها به ترتیب با استفاده از آزمون‌های لیونز و کولموگروف اسمیرنوف^۱، از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه برای مقایسه واریانس بین تیمارها و از آزمون دانکن برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها (در سطح اعتماد ۵ درصد) از طریق نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۸ استفاده به عمل آمد. آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. جهت ارائه مدل، رابطه رگرسیونی بین میزان پارامترهای فساد و شاخص‌های رنگی نیز بررسی شد (۲۹).

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ترکیب تقریبی فیله ماهی قزل آلابی رنگین کمان

ترکیب تقریبی فیله‌های ماهی قزل آلابی پرورشی مورد استفاده در این پژوهش با میانگین وزنی 50 ± 60 گرم اندازه‌گیری و در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- تعیین ترکیب تقریبی فیله ماهی قزل آلابی رنگین کمان

بر حسب وزن تر (n=3)	
ترکیب	میانگین (درصد)
پروتئین	$17/23 \pm 0/06$
چربی	$5/47 \pm 0/05$
رطوبت	$75/51 \pm 0/64$
خاکستر	$1/25 \pm 0/08$

محاسبه ترکیب تقریبی لاشه به دو روش تر و خشک صورت می‌گیرد که در برخی از منابع به روش خشک این اندازه‌گیری‌ها صورت پذیرفته است (۷،۲۴). البته در برخی منابع تاکید شده است که محاسبه‌ی ترکیب تقریبی لاشه بر اساس وزن خشک جهت محاسبه با خطای بالایی همراه است و بایستی آن را بر اساس وزن تر محاسبه کرد (۲۶)، بنابراین در این پژوهش ترکیب تقریبی فیله بر اساس وزن تر محاسبه شد. از نظر ترکیب شیمیایی، ماهی از ۸۵ - ۷۰ درصد آب، ۲۵ - ۱۵ درصد پروتئین خام، ۱۵ - ۱ درصد چربی خام و ۱/۵ - ۱ درصد مواد معدنی تشکیل گردیده است. ترکیب شیمیایی فرآورده‌های دریایی از گونه‌ای به گونه‌ی دیگر تغییر می‌نماید. بر پایه این اختلافات، گروهی از متخصصین،

¹ Kolmogorov-Smirnov Test

جدول ۲- میانگین (± انحراف معیار) میزان تغییرات پروتئین خام، چربی خام، رطوبت و خاکستر در فیله ی ماهی قزل آلا ی رنگین کمان نگهداری شده در دمای یخچال طی بیست روز نگهداری*

روز	رطوبت (درصد)	چربی خام (درصد)	پروتئین خام (درصد)	خاکستر (درصد)
۰	۷۵/۵۱±۰/۶۴ ^b	۵/۴۷±۰/۰۵ ^a	۱۷/۲۳±۰/۰۶ ^a	۱/۲۵±۰/۰۸ ^b
۵	۷۵/۵۹±۰/۹۴ ^b	۵/۴۷±۰/۱۵ ^a	۱۷/۴۷±۰/۱۲ ^b	۱/۲۰±۰/۰۲ ^{ab}
۱۰	۷۴/۰۶±۱/۴۸ ^{ab}	۵/۴۳±۰/۰۶ ^a	۱۷/۶۷±۰/۱۲ ^b	۱/۱۴±۰/۰۷ ^a
۱۵	۷۲/۷۱±۰/۷۱ ^a	۵/۷۷±۰/۰۶ ^b	۱۷/۶۳±۰/۱۵ ^b	۱/۱۱±۰/۰۵ ^a
۲۰	۷۲/۵۹±۰/۳۱ ^a	۵/۶۳±۰/۰۸ ^b	۱۷/۰۹±۰/۱ ^c	۱/۱۱±۰/۰۶ ^a

* میانگین های با حداقل یک حرف غیر مشترک در سطح آماری ۵ درصد تفاوت آماری معنی داری با یکدیگر دارند (n=۳)

جدول ۳- روابط رگرسیونی میزان رطوبت، چربی خام، پروتئین خام و خاکستر با زمان نگهداری در دمای یخچال

رابطه ی میزان رطوبت با زمان نگهداری	MOISTURE = ۷۵/۶۴ + ۰/۱۴ DAY (R ² _{adjusted} = ۴۵/۲; p < ۰/۰۵)
رابطه ی میزان چربی خام با زمان نگهداری	FAT = ۵/۴۳ + ۰/۰۱ DAY (R ² _{adjusted} = ۳۳/۱; p < ۰/۰۵)
رابطه ی میزان پروتئین خام با زمان نگهداری	PRO = ۱۷/۳۲۰ + ۰/۰۲۸ DAY (R ² _{adjusted} = ۶۹/۵; p < ۰/۰۵)
رابطه ی میزان خاکستر با زمان نگهداری	ASH = ۱/۲۳۷ - ۰/۰۰۷ DAY (R ² _{adjusted} = ۵۷/۱; p < ۰/۰۵)

جدول ۴- ضرایب همبستگی های مهم بین اجزای تشکیل دهنده

عضله	رطوبت	خاکستر
پروتئین	---	۰/۶۷۲**
چربی	- ۰/۴۸۸*	- ۰/۴۹۷*
رطوبت	---	۰/۸۳۰**

* بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است

** بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد است

برخی منابع کاهش آب را به نگهداری در شرایط دمایی نامناسب^۱ نسبت داده اند که متعاقباً منجر به آبیگری گوشت طی زمان نگهداری می شود (۱۱). بررسی روابط بین میزان رطوبت و زمان نگهداری در دمای یخچال رابطه ی خطی معنی داری را نشان دادند (جدول ۳). تاکنون ثابت شده است که میزان رطوبت به عوامل مختلفی نظیر جنسیت و سن (۵)، اندازه (۸) و سایر متغیرهای محیطی (۷) بستگی دارد.

۳-۳- چربی خام

نتایج حاصل از اندازه گیری چربی در طی دوره نگهداری در جدول ۲ نشان داده شده است. تغییرات چربی خام طی زمان نگهداری افزایش آماری معنی داری را از خود نشان داد (p < ۰/۰۵). به طوریکه میزان اولیه این شاخص ۵/۴۷ درصد بود که تا روز دهم کاهش یافت که این تغییر از نظر آماری معنی دار نبود ولی از روز دهم به بعد یک روند افزایشی معنی داری مشاهده شد و میزان آن به ۵/۶۳ درصد رسید (p < ۰/۰۵). نتایج بررسی روابط رگرسیونی میزان تغییرات چربی خام با زمان نگهداری در جدول ۳ ارائه شده است. بررسی همبستگی بین میزان چربی یک

فیله ی ماهی قزل آلا ی رنگین کمان بود که با برخی اندازه گیری های مشابه صورت گرفته مطابقت داشت. به طوریکه میزان رطوبت ماهی کپور نقره ای منجمد شده طی ۹۰ روز نگهداری، از ۷۵/۴۶ به ۷۳/۸۹ رسید که دلیل این کاهش، اتلاف ناشی از آبجک گوشت طی زمان نگهداری عنوان شده است (۱۲).

کاهش میزان رطوبت می تواند به دلیل تغییر در میزان pH و قدرت نگهداری آب باشد که در این حالت آب از ماهی خارج و همراه خود مقداری از مواد مغذی محلول در آب نظیر ویتامین های B را از عضلات ماهی خارج کرده و سبب پایین آمدن ارزش غذایی و کیفیت گوشت ماهی می شود (۳). البته در

¹ Temperature abuse

رابطه‌ی منفی معنی‌داری را برای خاکستر ($R = -0.49/7$) نشان داد ($p < 0.05$) (جدول ۴). که این رابطه‌ی معکوس بین میزان درصد رطوبت و چربی تاکنون توسط برخی از پژوهشگران به اثبات رسیده است (۱۲).

۳-۴- پروتئین خام

نتایج حاصل از اندازه‌گیری پروتئین خام بیانگر یک روند افزایشی - کاهشی در فیله‌ی ماهی قزل آلابی رنگین کمان بود (جدول ۲). آزمون آماری نشان داد که بین میانگین مقادیر پروتئین خام در اولین روز (صفر) و آخرین روز نگهداری (بیستم) افزایش آماری معنی‌داری وجود داشت ($p < 0.05$). میزان پروتئین خام در اولین روز نگهداری ۱۷/۲۳ درصد بود که این میزان تا روز پانزدهم بطور معنی‌داری افزایش یافت و به ۱۷/۶۳ درصد رسید. سپس این پارامتر روندی کاهشی از خود نشان داد و در روز بیستم به مقدار ۱۷/۰۹ درصد رسید که این تغییر نیز از نظر آماری معنی‌دار بود ($p < 0.05$). بیشترین میزان پروتئین خام در روز دهم مشاهده شد. نتایج بررسی روابط رگرسیونی میزان تغییرات پروتئین خام با زمان نگهداری در جدول ۳ ارائه شده است. بررسی همبستگی بین میزان چربی یک رابطه‌ی منفی معنی‌داری را برای خاکستر ($R = -0.67/2$) نشان داد ($p < 0.05$) (جدول ۴).

پروتئین‌ها مهمترین جزء خوراکی عضله ماهی بوده و حدود ۲۵ - ۱۵ درصد مجموع وزن قسمت گوشتی را تشکیل می‌دهند. پروتئین‌های عضله را می‌توان براساس میزان حلالیت آنها در محلول‌های آبی به سه گروه اصلی سارکوپلاسمیک (محلول در آب)، میوفیبریل (محلول در محلول‌های نمکی) و استروما (غیر محلول در آب و محلول‌های نمکی) تقسیم نمود (۱). نتایج حاصل از اندازه‌گیری پروتئین خام بیانگر یک روند افزایشی - کاهشی معنی‌داری در فیله‌ی ماهی قزل آلابی رنگین کمان بود و بیشترین آن در روز دهم مشاهده شد. در بررسی صورت گرفته بر روی کپور نقره‌ای منجمد شده میزان پروتئین خام طی ۹۰ روز نگهداری در حالت انجماد روند کاهشی معنی‌داری را نشان داد که از ۱۷/۴۹ به ۱۶/۸۳ درصد رسید (۱۲). بررسی روابط بین میزان پروتئین خام و زمان نگهداری در دمای یخچال رابطه‌ی خطی معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۳). کاهش میزان پروتئین طی زمان نگهداری را می‌توان به تولید زنجیره‌های ساده پلی‌پپتیدی ناشی از شکسته شدن و دناتوره شدن پروتئین‌ها و

رابطه‌ی منفی معنی‌داری را برای خاکستر ($R = -0.49/7$) نشان داد ($p < 0.05$) (جدول ۴).

وجود چربی در گوشت و اکسیداسیون آنها یک مشکل اصلی در غذاهای دریایی بویژه غذاهایی با چربی بالا است که به ایجاد بو و طعم نامطلوب منجر می‌شود (۱۷). میزان چربی خام در گوشت ماهی از گونه‌ای به گونه‌ی دیگر تغییر می‌نماید. بر پایه این اختلافات، کلیه ماهیان براساس میزان چربی کل آنها به چهار گروه اصلی تقسیم بندی می‌شوند که این گروه‌ها شامل گونه‌هایی بدون چربی (کم تر از ۱ درصد)، چربی پایین (بیشتر از ۱ تا ۵ درصد)، چربی متوسط (بیشتر از ۵ تا ۱۰ درصد) و پرچرب (بالای ۱۰ درصد چربی) می‌باشند (۲۲). قزل آلابی مورد استفاده در این پژوهش با ۵/۵۵ درصد چربی خام در گروه سوم قرار گرفت. آنالیز تقریبی فیله‌ی ماهی قزل آلابی رنگین کمان در برخی گزارش‌های دیگر مقادیر متفاوتی را به خصوص در میزان چربی خام نشان می‌دهد (۹، ۱۹). این تفاوت می‌تواند بستگی به عواملی نظیر تغذیه، فصل پرورش و صید، اندازه ماهی و شرایط محیط پرورش مرتبط داشته باشد (۱۹). همچنین ثابت شده است که با افزایش وزن بدن محتوی چربی افزایش می‌یابد (۱۳). میزان تغییرات چربی خام در فیله‌ی ماهی قزل آلابی فرایند نگهداری مورد بررسی قرار گرفت و تغییرات چربی طی زمان نگهداری افزایش آماری معنی‌داری را از خود نشان داد ($p < 0.05$). تغییرات مشاهده شده با برخی اندازه‌گیری‌های مشابه صورت گرفته مطابقت داشت. بطوریکه میزان چربی خام کپور نقره‌ای منجمد شده طی ۹۰ روز نگهداری، از ۷/۲۱ به ۸/۵۳ رسید (۱۲). بررسی روابط بین میزان چربی خام و زمان نگهداری در دمای یخچال رابطه‌ی خطی معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۳). میزان و توزیع چربی در گوشت بر خصوصیات بافتی آن تأثیرگذار است، به طوری که فیله‌هایی با چربی زیاد، نرم از فیله‌هایی با چربی کم می‌باشد که متعاقباً می‌تواند بر رنگ گوشت نیز تأثیر گذار باشد (۱۶). میزان اولیه اسید چرب غیر اشباع در ماهی با سرعت پیشرفت فساد اکسیداتیو طی زمان نگهداری رابطه‌ی مستقیمی دارد. همچنین میزان پایین تولید اسید چرب آزاد را می‌توان به دلیل سفید بودن گوشت ماهی قزل آلابی نسبت داد. زیرا فرایند لیپولیز در گوشت تیره دارای سرعت و گستردگی بیشتری نسبت به گوشت تیره‌ی ماهیان دارد (۲۲). بررسی همبستگی بین میزان چربی یک رابطه‌ی منفی معنی‌داری را برای رطوبت

۴- نتیجه گیری

نتایج حاصل از اندازه گیری درصد رطوبت، پروتئین خاکستر کاهش آماری معنی دار و در میزان چربی افزایش آماری معنی داری را نشان داد ($p < 0/05$). با بررسی روابط رگرسیونی بین ترکیبات عضله و زمان نگهداری، معادلات پیشگویی با ضرایب معنی داری بدست آمد ($p < 0/05$). همچنین بیشترین همبستگی بین پارامترهای اندازه گیری شده همبستگی بین درصد رطوبت و درصد خاکستر ($R=83$) بود که یک رابطه ی مثبت معنی داری را نشان داد ($p < 0/05$) (جدول ۴). آگاهی مصرف کنندگان از میزان اجزای تشکیل دهنده ی ماهی بالخصوص میزان پروتئین و چربی و تغییرات مهم ارزش تغذیه ای آن در طول نگهداری امری ضروری بوده و شناخت عوامل موثر بر آن نیازمند پژوهش های بیشتری توسط سایر پژوهشگران در این زمینه می باشد.

۵- منابع

۱. رضوی شیرازی، ح. ۱۳۸۰. تکنولوژی فرآورده های دریایی، علم فرآوری (۲). چاپ اول. انتشارات نقش مهر. صفحه ۷.
۲. محمدزاده، ب. و رضایی، م. ۱۳۹۰. اثر عصاره ی چای سبز بر کیفیت چربی ماهی قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) به هنگام نگهداری در یخ. مجله شیلات، ۶۴:۸۵-۹۳.
۳. معینی، س. ۱۳۹۰. انجماد در صنعت شیلات. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران.
4. Arashisar, X., Hisar, O., Kaya, M. and Yanik, T. 2004. Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *Journal of Food Microbiology*, 97:209- 214.
5. Alemu, L.A.; Melese, A.Y.; and Gulelat, D.H. 2013. Effect of endogenous factors on proximate composition of Nile tilapia (*Oreochromis Niloticus* L.) fillet from Lake Zeway. *American Journal of Research Communication*, 1(11): 405-410.
6. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2002. Moisture in Meat and poultry product Method 985.14. *Official Methods of Analysis* (17th edn). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

تبدیل نیتروژن ها به ترکیبات فرار نسبت داد که کلیه این فرایندها در اثر شرایط نامناسب دمای نگهداری و ایجاد محیط مناسب جهت رشد میکروبی و فعالیت های آنزیمی می باشد (۲،۱۲). البته در برخی از منابع عنوان شده است که فرایند ترشیدگی می تواند در میزان درصد پروتئین ها تاثیر گذار باشد. به طوری که رادیکال های آزاد شکل گرفته و هیدروپراکسیدهای بوجود آمده ناشی از مراحل اولیه اتواکسیداسیون، می توانند با پروتئین ها واکنش داده و سبب پلیمریزاسیون آن ها و تخریب اسیدهای آمینه شوند (۱۱).

۳-۵- خاکستر

میزان تغییرات خاکستر در فیله ی ماهی قزل آلا طی زمان نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. تغییرات خاکستر طی زمان نگهداری یک روند کاهشی معنی داری را از خود نشان داد ($p < 0/05$). خاکستر اولیه فیله ی تازه (روز صفر) ۱/۲۵ درصد بود که این میزان در اثر فساد کاهش یافت و به کمترین میزان خود یعنی ۱/۱۱ درصد در روز بیستم رسید ($p < 0/05$). نتایج حاصل از اندازه گیری خاکستر در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج بررسی روابط رگرسیونی میزان تغییرات خاکستر با زمان نگهداری، در جدول ۱ نشان داده شده است. تغییرات خاکستر طی زمان نگهداری کاهش آماری معنی داری را از خود نشان داد که با نتایج بررسی صورت گرفته در کپور نقره- ای منجمد شده مطابقت نداشت. به طوری که میزان خاکستر کپور نقره طی ۹۰ روز نگهداری از ۱/۱۵ به ۲/۴۱ درصد افزایش یافت (۱۲). اما نتایج بدست آمده از این پژوهش با روند کاهشی میزان خاکستر در ماهی تیلاپیای نیل مطابقت داشت (۱۱). به طوری که میزان خاکستر این ماهی منجمد شده از ۰/۹۸ به ۰/۸۸ طی نود روز نگهداری رسید که دلیل کاهش آن را می توان همانند کاهش رطوبت به وقوع فرایند اتلاف آبچک در طی انجمادزایی نسبت داد (۱۱). بررسی روابط بین میزان خاکستر و زمان نگهداری در دمای یخچال رابطه ی خطی معنی داری را نشان دادند (جدول ۳). از عوامل تاثیر گذار بر خاکستر می توان به طول بدن (۷)، جنسیت و سن ماهی (۵) و به طور کلی سیستم اسکلتی ماهی (۲۶) را نام برد.

- frozen storage on chemical and sensory characteristics of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet. *Journal of Food Science and Technology*, 47:977-984.
20. Ortiz, J., Palma, A., Gonzalez, N., and Aubourg, S.P. 2008. Lipid damage in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after slaughtering and chilled storage. *Journal of Lipid Science and Technology*, 110:1127-1135.
21. Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H., and Hosseini, S.M.H. 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Journal of Food Chemistry*, 120:193-198.
22. Pacheco-aguilar, R., Lugo-sanchez, M.E. and Robles-burgumnu, M.R. 2000. Postmortem Biochemical and Functional Characteristic of Monterey Sardine Muscle Stored at 0 °C. *Journal of Food science*. 65:40-47.
23. Rehbein, H. and Oehlenschläger, J. 2009. *Fishery products Quality, Safety and Authenticity*. Wiley-Blackwell, pp. 3-15, 93-96, 286-300.
24. Rezaei, M., and Hosseini, S.F. 2008. Quality Assessment of Farmed Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) during Chilled Storage. *Journal of Food science*. 73:93-96.
25. Rezaei, M., Montazeri, N., Ershad Langrudi, H., Mokhayer, B., Parviz, M., and Nazarinia, A. 2007. The biogenic amines and bacterial changes of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) stored in ice. *Journal of Food Chemistry*. 103:150-154.
26. Rohani, A. C., Normah, O., Zahrah, T., Utama, C. C., and Saadiah, I. 2009. Quality of fish fillet from pond-raised red tilapia and its utilisation in the development of value-added product. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*, 37(2):153-161.
27. Shearer, K. D. 1994. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. *Aquaculture*, 119(1):63-88.
28. Sallam, K. I., Ahmed, A. M., Elgazzar, M. M., and Eldaly, E. A. 2007. Chemical quality and sensory attributes of marinated Pacific saury (*Cololabis saira*) during vacuum-packaged storage at 4° C. *Food Chemistry*, 102(4):1061-1070.
29. Trbović, D., Marković, Z., Milojković-Opsenica, D., Petronijević, R., Spirić, D., Djinović-Stojanović, J., and Spirić, A. 2013. Influence of diet on proximate composition and fatty acid profile in common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Food Composition and Analysis*, 31(1):75-81.
30. Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. New Jersey, USA. Prentice-Hall, Inc.
7. Ali, M., Salam, A., and Iqbal, F. 2001. Effect of environmental variables on body composition parameters of *Channa punctata*. *Journal of Research (science)*, 12:86-96.
8. Ali, M., Salam, A., Goher, S., Tassaduqe, K., and Latif, M. 2004. Studies on Fillet Composition of Fresh Water Farmed *Labeo rohita* in Relation to Body Size, Collected from Government Fish Seed Hatchery Mian Channu Pakistan. *Journal of Biological Sciences*, 4(1):40-46.
9. Coban, O.E. 2012. Evaluation of essential oils as a glazing material for frozen rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37(5):759-765.
10. Chen, C., Nguyen, J., Semmens, K., Beamer, S., and Jaczynski, J. 2008. Chemical changes in omega-3-enhanced farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during abusive-temperature storage. *Journal of Food Control*, 19:599-608.
11. Emire, S.A., and Gebremariam, M.M. 2010. Influence of frozen period on the proximate composition and microbiological quality of Nile tilapia fish (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Food Processing and Preservation*, 34(4):743-757.
12. Ehsani, A., and Jasour, M. S. 2014. Determination of Short-Term Icing and Frozen Storage Characteristics of Ungutted Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(2):713-720.
13. Fauconneau, B., Alami-Durante, H., Laroche, M., Marcel, J., and Vallot, D. 1995. Growth and meat quality relations in carp. *Aquaculture*, 129(1):265-297.
14. FAO 2014. *Global Aquaculture Production* (online query), Statistical information, Fisheries and Aquaculture Department. online viewed August 2014.
15. <http://www.fao.org/fishery/aquaculture/en>
16. Jasour, M.S., Zakipour Rahimabadi, E., Ehsani, A., Rahnama, M., and Arshadi, A. 2011. Effects of Refrigerated Storage on Fillet Lipid Quality of Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) Supplemented by α -Tocopheryl Acetate Through Diet and Direct Addition after Slaughtering. *Journal of Food Process Technology*, 2:124.
17. Lie, Ø. 2001. Flesh quality—the role of nutrition. *Aquaculture Research*, 32(s1):341-348.
18. Mexis, S.F., Chouliara, E., and Kontominas, M.G. 2009. Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oil on shelf life extension of rainbow trout fillets stored at 4 C. *Journal of Food Microbiology*, 26:598-605.
19. Oraei, M., Motallebi, A., Hoseini, E., and Javan, S. 2012. Effect of gamma irradiation and