تغییرات کیفی چربی ماهی سفید دریای خزر(Rutilus frisii Kutum) طی زمان نگهداری در یخ

سید ولی حسینی[1]، مسعود رضایی[2*]، محمد علی سحری[3]، هدایت حسینی[4]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه تربیت مدرس، نور

۲- استادیار گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، نور

۳- دانشیار گروه صنایع غذایی دانشگاه تربیت مدرس، نور

٤- استادیار، اداره کل آزمایشگاه‌های غذا و داروی کشور، تهران

چکیده

تغییرات برخی از خصوصیات کیفی ماهی سفید مورد مطالعه قرار گرفت. در این مطالعه میزان رطوبت، چربی کل، عدد پراکسید، تیوباربیتوریک اسید، اسیدهای چرب آزاد و آهن هم و همچنین برخی از شاخصهای ارزیابی حسی نظیر بافت، ظاهر عمومی، چشم، رنگ و بوی آبشش نمونه‌ها در زمانهای ۱، ٤، ۷، ۱۰، ۱۳ و ۲۰ روز نگهداری در یخ تعیین گردید. با توجه به نتایج حاصله، کیفیت چربی ماهی سفید از جهت فساد اکسیداتیو و هیدرو لیتیک کاهش معنی داری (در سطح احتمال ۵ درصد) نشان داد و ارزیابیهای حسی نیز بیانگر تازگی ماهیان از درجه عالی تا خوب تا روز چهارم و از درجه خوب تا قابل پذیرش تا روز دهم نگهداری بود.

کلیدواژگان: ماهی سفید دریای خزر(Rutilus frisii kutum)، تغییرات چربی، زمان ماندگاری، ارزیابی حسی، یخ.

۱- مقدمه

ماهی سفید *utilus frisii kutum* [۱] از خانواده Cyprinidae (وثوقی و مستجیر، ۱۳۸۰)، از گونه‌های با ارزش ماهیان استخوانی دریای مازندران بوده که در آبهای شمال ایران به میزان ۵۱۸۰ تن درسال (آخوندی، ۱۳۸۲) صید شده و عمدتاً به وسیله یخ نگهداری و عرضه می‌شود.

استفاده از یخ آسان ترین و ارزان ترین روش کار آمد کاهش درجه حرارت ماهی بوده و شیوهٔ مناسبی در حمل و نگهداری موقت ماهی است[۲]. در طی نگهداری ماهی در یخ، رشد ارگانیسمهای فاسد کنندهٔ ماهی و نیز سرعت فعالیت‌های آنزیمی و شیمیایی کاهش می‌یابد اما فرآیندهای اکسیداسیونی و هیدرولیزی چربی ماهیان متوقف نشده بلکه به آرامی پیش می‌روند [۳]، این فرایندها منجر به بروز تغییرات ناخواسته‌ای در زمان نگهداری و در نتیجه کاهش کیفیت محصول می‌شوند [٤]. در صورت گسترش فساد چربی در ماهیان ضمن ایجاد بوی نامطبوع [۵]، تغییراتی نامطلوب در طعم [٦] بافت [۷]، رنگ، ویژگیهای ظاهری و ارزش غذایی [۸] ایجاد می‌گردد. از همین رو است که فساد چربی بعنوان مهمترین عامل افت کیفیت ماهیان در نظر گرفته می‌شود. به ویژه آنکه تولیدات اولیه اکسیداسیون چربی بوسیله

* مسؤول مکاتبات: E-mail: rezai_ma@modares.ac.ir

ارزیابیهای حسی قابل تشخیص نبوده و برای سلامتی نیز مضر هستند [۹].

روشهای بسیاری جهت اندازه گیری اکسیداسیون چربی در غذا بکار گرفته شده اند که از آن جمله می‌توان به اندازه گیری مقدار چربی و اسیدهای چرب آزاد FFA [۱۰، ۱۱]، شاخص پراکسیدPV، تیوباربیتوریک اسید TBA و پراکسیدانهایی نظیر آهن هم اشاره نمود [۱۲]. اما ناپایداری ترکیبات اکسیداسیونی و تمایل آنها به واکنش با مواد آمینی بیوژن نظیر پروتئینها، اسیدهای آمینه آزاد و فسفولیپیدها، باعث بروز مشکلاتی در روشهای عمومی تعیین کیفیت می‌گردند که استفاده از روشهای ارزیابی حسی همزمان با اندازه گیری شاخصهای شیمیایی تا حد زیادی از مشکلات فوق کاسته و بعنوان روشی مکمل برای تعیین میزان فساد ماهی در طی دورهٔ نگهداری در نظر گرفته می‌شود.

نظر به ارزش اقتصادی و غذایی ماهی سفید دریای خزر و همچنین درصد بالای صید آن، در این تحقیق تغییراتی که به واسطه قرار گیری این ماهی در یخ به ویژه تغییراتی که در چربی بروز می‌نماید، بررسی و حداکثر زمان مجاز نگهداری آنها در یخ مطالعه شد. تا علاوه بر حصول اطلاعات پایه ای و ارزشمند، اطمینان و اعتماد لازم از حیث مصرف و جلوگیری از اثرات سوء ناشی از شرایط نامناسب نگهداری فراهم شود.

۲- مواد و روشها

ماهیان سفید دریای خزر از محل صیدگاه پره سواحل شهرستان محمود آباد، به صورت زنده در آبان ماه ۱۳۸۲ تهیه گردیدند. انتخاب ماهیان به صورت تصادفی و از بین ماهیان سالم و هم اندازه و به تعداد ۲۵ عدد با میانگین وزن و طول به ترتیب ۲۵ ± ۵۰۰ گرم و ۲ ± ۴۰ سانتیمتر صورت پذیرفت. آنگاه ماهیان در داخل جعبه یونولیت به صورت یک در میان در لایه‌هایی از یخ خرد شده به ضخامت تقریبی ۵ سانتیمتر قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل شد. در طی مدت آزمایش، تقریباً هر روز مقداری یخ تازه به منظور جبران یخهای ذوب شده و همچنین ثابت نگهداشتن دمای داخلی جعبه (°C ۳ - ۱)، به آن اضافه می‌شد. برای اندازه گیری شاخصهای شیمیایی فساد چربی در هر نوبت آزمایش (روزهای ۱، ٤، ۷، ۱۰، ۱۳ و ۲۰ نگهداری در یخ) از سه عدد ماهی سفید دریای خزر استفاده گردید. برای این منظور ابتدا ماهی تخلیه شکمی شده و پس از فلس گیری و قطع باله‌ها، شستشو داده شد. آنگاه گوشت ماهی چرخ و همگن شد (بدون استخوانِ ستون فقرات) و شاخصهای رطوبت به روش AOAC [۱۳]، چربی کل به روش Bligh وDyer [۱٤]، مقادیر پراکسید به روش Egan و همکاران [۱۵]، مقادیر تیوباربیتوریک اسید به روشNamulema و همکاران [۱٦]، اسیدهای چرب آزاد به روش Egan و همکاران [۱۵] و آهن هم به روش Clark و همکاران [۱۷] محاسبه و تعیین شدند. برای اندازه گیری شاخصهای ارزیابی حسی در هر نوبت آزمایش، ۵ عدد ماهی انتخاب و شاخصهای ارزیابی حسی طبق روش Lin و Morriissey [۱۸] و توسط پنج نفر ارزیاب آموزش دیده اندازه گیری شد (جدول ۱).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم افزار SPSS انجام پذیرفت که جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگراف – اسمیرنوف (Kolomogorav – Smirnov) و جهت بررسی همگنی واریانسها از آزمون Levene استفاده گردید. جهت بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار روش تجزیه واریانس یک طرفه و آزمون تفاوت حداقل معنی دار LSD در سطح ۵ درصد بین مقادیر حاصل از هر شاخص در زمانهای ۱، ٤،۷، ۱۰ ، ۱۳ و ۲۰ روز استفاده شد. برای بیان ارتباطات موجود بین صفات نیز از آزمون همبستگی دوگانه استفاده گردید. برای پیدا نمودن اختلاف معنی دار در بین نتایج حاصل از ارزیابیهای حسی ماهیان مورد آزمایش از آزمون «کوروسکال – والیس» Kruskak-Wallhs و «تست من ویتنی» Mann-Whitney استفاده شد.

جدول ۱ معیار برای اندازه گیری فاکتورهای حسی مورد آزمون (Lin and Morriissey, 1994).

نمره	چشم	ظاهر آبشش	بوی آبشش	ظاهر عمومی	بافت
۰	چشم شفاف و روشن بوده و حالت محدب دارد	آبشش به رنگ قرمز روشن بوده و اندکی موکوس دارد	آبشش ماهی بوی تازگی و خاص گونه را دارد	ظاهر عمومی خوب بوده و پوست درخشنده و شفاف است	بافت سفت و قابلیت ارتجاعی دارد. فرورفتگی ناشی از فشار دست به سرعت برطرف می‌گردد
۱	چشم اندکی کدر گشته و تا حدی تحدب آن کم شده است	آبشش به رنگ قرمز بوده و مقداری موکوس دارد	بوی خاص ماهی از بین رفته و آبشش فاقد بو می‌گردد	ظاهر عمومی خوب بوده و پوست تا حدی درخشندگی خود را از دست داده است	بافت سفت و تا حدی قابلیت ارتجاعی خود را از دست داد. فرورفتگی ناشی از فشار دست به آهستگی برطرف می‌گردد
۲	تحدب چشم از بین رفته و چشم متمایل به شیری رنگ شده است	رنگ آبشش قرمز صورتی تا قهوه ای بوده و دارای مقداری موکوس است	بوی آبشش تندی کم تا متوسطی دارد	درخشندگی ماهی و رنگ پوست آن کم شده است	بافت سفتی کمی دارد. فرورفتگی ناشی از فشار دست ممکن است در بافت باقی بماند
۳	چشم بدون تحدب، فرو رفته و شیری رنگ است	رنگ آبشش قهوه ای بوده و ممکن است دارای موکوس زیادی باشد	بوی آبشش خیلی تند و تعفن آور است	پوست ماهی فاقد درخشندگی بوده و رنگ آن محو گشته است	بافت کاملا" نرم است

۳- نتایج

مقادیر اندازه گیری شدهٔ شاخصهای شیمیایی فساد چربی و شاخصهای ارزیابیهای حسی ماهی سفید دریای خزر به هنگام نگهداری در یخ بترتیب در جدول ۲ و ۳ نشان داده شده است. تغییرات میزان رطوبت در ماهی سفید دریای خزر در طی مدت زمان نگهداری در یخ دامنه ای بین ۷٤/۰۵ تا ۷٦/۷٦ درصد داشته است(جدول ۲). هرچند که دامنه تغییرات رطوبت کم و حدود ۲/۱۷ درصد بود، اما در اغلب موارد معنی دار بود. مقدار رطوبت در ماهی سفید دریای خزر طی مدت نگهداری در یخ تا روز هفتم اندکی افزایش یافته و پس از آن کاهش یافت.

جدول۲ مقادیر* شاخصهای فساد چربی به همراه نتایج حاصل از آزمون LSD (سطح احتمال ۵٪) در ماهی سفید دریای خزر طی روزهای مختلف نگهداری در یخ.

روز	شاخص** M	TL	PV	TBA	HI	FFA
۱	۷۵/۰۸±۰/۸۷ c	٦/٦۹±۰/٤۵ a	۰/۱۷±۰/۰۱ e	۰/۰٤۲±۰/۰۰٤ e	۸/۰۷±۰/٤۲ a	۰/۵۲±۰/۱۰ e
٤	۷٦/۲۱±۰/۱۳ ab	٦/۳٦±۰/۵۱ ab	٤/۳۲±۰/۱٦ d	۰/۰۹٦±۰/۰۰۳ d	٦/۹۵±۰/۵٤ b	۲/۰۱±۰/۲۲ d
۷	۷٦/۷٦±۰/۱۷ a	٦/۱٦±۰/٤٦ ab	۲۲/۹۹±۲/۲۷ c	۰/۲۱۷±۰/۰۰۵ c	٦/٤۳±۰/٦۸ bc	۳/۵۰±۰/۲٤ c
۱۰	۷۵/۸۹±۰/۲۳ b	۵/۹۱±۰/٤۱ bc	٤۷/۲۳±۲/۳٤ a	۰/۳۰٦±۰/۱٤۵ b	۵/٦۳±۰/۵۷ cd	۵/۰۸±۰/۵۳ b
۱۳	۷۵/۰۳±۰/۲۸ c	۵/۲٤±۰/۳۱ cd	٤۳/۷۳±۱/۷٦ a	۰/۳۸۰±۰/۱۳۰ a	۵/۱۳±۰/۳۳ d	۵/۳۰±۰/۷۰ b
۲۰	۷٤/۰۵±۰/۰۵ d	۵/۰۲±۰/۱۹ d	۳۵/۰۱±۵/۱۸ bc	۰/۳۸۳±۰/۰۱۷ a	٤/۸۵±۰/۱۰ d	٦/۱۸±۰/۵۲ a

* میانگین سه تکرار با انحراف معیار

** اختصارات: M رطوبت برحسب درصد، TL چربی کل بر حسب درصد، PV عدد پراکسید برحسب میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم چربی، **TBA** تیوباربیتوریک اسید برحسب میلی گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم بافت، **HI** آهن هِم بر حسب ppm، **FFA** اسید چرب آزاد برحسب درصد اسید اولئیک.

حروف مختلف **a, ... , d** نشان دهندهٔ وجود اختلاف معنی دار می باشد.

جدول ۳ نتایج* ارزیابیهای حسی** ماهی سفید دریای خزر در روزهای مختلف نگهداری در یخ.

شاخصها	روز	اندازه گیری بعد از ۱ روز	اندازه گیری بعد از ٤ روز	اندازه گیری بعد از ۷ روز	اندازه گیری بعد از ۱۰ روز	اندازه گیری بعداز ۱۳ روز	اندازه گیری بعد از ۲۰ روز
بافت		۰/۰۰	۰/۰۰	۰/٦٥	۱/۳٦	۱/۸۸	۲/۷۸
		c	c	c	b	b	a
ظاهر عمومی		۰/۰۰	۰/۰۰	۰/٤٤	۱/٥۳	۱/۹٥	۲/۲۰
		c	c	c	b	ab	a
ظاهر آبشش		۰/۰۰	۰/٤۱	۰/۸۳	۱/٦٥	۲/۱٥	۲/٦۸
		d	c	c	b	b	a
بوی آبشش		۰/۰۰	۰/٤۳	۱/۰٤	۱/۸۱	۲/۳۷	۲/۹۱
		d	d	c	b	b	a
چشم		۰/۰۰	۰/۲۲	۰/٤۲	۱/٤۲	۱/۸۰	۲/۲٤
		c	c	c	ab	a	a

* میانگین پنج تکرار و به روش Kruskal-Wallis و Mann-Whitney

** عالی (Excellent) = ۰ ؛ خوب(Good) = ۱ ؛ قابل پذیرش(Acceptable) = ۲ ؛ نامطلوب(Reject) > ۲

حروف مختلف a, ... , d نشان دهندهٔ وجود اختلاف معنی دار می باشد.

تغییرات میزان چربی کل در ماهی سفید دریای خزر در طی مدت زمان نگهداری در یخ دامنه ای بین ۵/۰۲ تا ٦/٦۹ درصد داشته است. در طی دورهٔ نگهداری مقدار چربی کل در نمونه‌های مورد آزمایش اندکی کاهش یافت و آزمونهای آماری نیز کاهش معنی داری را در سطح احتمال ۵ درصد به نمایش گذاشتند(جدول ۲).

فساد اکسیداسیونی چربی یعنی PV و TBA در ماهیان سفید دریای خزر در طی دورهٔ نگهداری در یخ مشاهده گردید. بالاترین مقدار پراکسید، بعنوان مرحله اولیه اکسیداسیون چربی، مربوط به روز دهم نگهداری در یخ بوده و پس از آن مقدار پراکسید کاهش یافت. نتایج حاصل از آزمون LSD حاکی از وجود تفاوت معنی دار بین مقادیر پراکسید در ماهی سفید دریای خزر در اغلب روزهای نگهداری بوده است (جدول ۲).

بالاترین مقدار TBA، بعنوان مرحله ثانویه اکسیداسیون چربی، در روز بیستم مشاهده گردید(جدول ۲). اگر چه در روزهای آخر نگهداری مقادیر TBA اختلاف معنی داری را نشان نداد ولیکن این اختلاف در روزهای اول اندازه گیری معنی دار بود. همبستگی دو شاخص PV و TBA بعنوان محصولات اولیه و ثانویه اکسیداسیون چربی به هنگام نگهداری ماهی در یخ بالا و معنی دار بوده است که این مقدار r=۰/۸۱۵ بود. همچنین بررسی ضرایب همبستگی ترکیبات دوگانه PV و TBA در نمونه‌های مورد آزمایش با سایر شاخصهای فساد چربی از جمله اسیدهای چرب آزاد بیانگر وجود ارتباط مثبت بالا و معنی دار و با آهن هم بیانگر ارتباط منفی بالا و معنادار می‌باشد (جدول ٤).

جدول ٤ ضرایب همبستگی ترکیبات دوگانه شاخصهای فساد چربی ماهی سفید دریای خزر به هنگام نگهداری در یخ.

شاخصها*	M	TL	PV	TBA	HI	FFA
M	۱/۰۰	۰/۵۲۲ **	-۰/۲۱۲	-۰/٦۱۸ **	۰/۳۰۲	-۰/٤۳۰
TL		۱/۰۰	-۰/۷۰۸ **	-۰/۷۸٤ **	۰/۷٤۲ **	-۰/۸۲۵ **
PV			۱/۰۰	۰/۸۱۵ **	-۰/۸۳۹**	۰/۸۵۲ **
TBA				۱/۰۰	-۰/۸۲٤**	۰/۸۵۲ **
HI					۱/۰۰	-۰/۹۲٤ **
FFA						۱/۰۰

**بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد است.

*اختصارات: M رطوبت برحسب درصد، TL چربی کل بر حسب درصد، PV عدد پراکسید برحسب میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم چربی، TBA تیوباربیتوریک اسید برحسب میلی گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم بافت، HI آهن هِم بر حسب ppm، FFA اسید چرب آزاد برحسب درصد اسید اولئیک.

فساد هیدرولیتیکی چربی در نمونه ماهیان سفید دریای خزر نگهداری شده در یخ مشاهده گردید. نتایج حاصل از آزمایشات شیمیایی نشان داد که تشکیل FFA در روزهای اولیه نگهداری سریع بوده اما با افزایش زمان نگهداری، به تدریج از سرعت تشکیل آن کاسته شد. بالاترین مقدار FFA در روز بیستم نگهداری در یخ محاسبه شد(جدول ۲). همچنین نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها با آزمون LSD بیانگر و جود تفاوت معنی دار در مقادیر FFA در تمام روزهای نگهداری بوده است($P<0/05$). ضرایب همبستگی ترکیبات دوگانه FFA با سایر شاخصهای فساد چربی از جمله PV و TBA بیانگر ارتباط مثبت بالا و معنی دار و با چربی کل و آهن هم دارای ارتباط منفی بالا و معنی دار می‌باشد(جدول٤).

در هنگام نگهداری ماهیان سفید دریای خزر در یخ میزان آهن هِم در نمونه‌ها کاهش معنی داری داشت که دامنه تغییرات آن بین ۸/۰۷ تا ٤/۸۵ (میلیگرم در ۱۰۰۰ گرم گوشت) بود (جدول ۲). ضرایب همبستگی ترکیبات دوگانه نیز حاکی از وجود ارتباط منفی بالا و معنی دار آهن هِم با پراکسید، شاخص TBA و اسیدهای چرب آزاد و ارتباط مثبت بالا و معنی دار با چربی کل می‌باشد(جدول ٤).

دامنه تغییرات خواص ارگانولپتیک ماهیان سفید دریای خزر در هنگام نگهداری در یخ متفاوت بوده که روند این تغییرات بصورت بوی آبشش> بافت > ظاهر آبشش > چشم > ظاهر عمومی بوده است. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها با آزمون "کوروسکال – والیس" Kruskal-Wallis و "تست من ویتنی" Mann-Whitney نیز بیانگر وجود اختلاف معنی دار در اغلب روزهای آزمایش و در همه شاخصها بود(جدول۳). نتایج آزمون همبستگی ترکیبات دوگانه در ماهی سفید دریای خزر نشان داد که همبستگی معنی دار مثبت و بالایی بین شاخصهای مختلف ارزیابی حسی آن وجود دارد و این میزان برای شاخصهای ظاهر عمومی و ظاهر آبشش بیشتر از سایر صفات بود (جدول۵). نتایج حاصل از ارزیابی حسی در ماهی سفید نشان داد که عمر نگهداری این ماهی در یخ حداکثر ۱۰ روز می‌باشد.

جدول ۵ ضرایب همبستگی ترکیبات دوگانه شاخصهای ارزیابی حسی در ماهی سفید دریای خزر به هنگام نگهداری در یخ.

	بافت	ظاهر عمومی	ظاهر آبشش	بوی آبشش	چشم
بافت	۱/۰۰۰	۰/۸۰۹**	۰/۸۰۶**	۰/۷۷۷**	۰/۷۳۷**
ظاهر عمومی		۱/۰۰۰	۰/۸۴۳**	۰/۷۴۰**	۰/۷۶۶**
ظاهر آبشش			۱/۰۰۰	۰/۸۰۱**	۰/۷۸۱**
بوی آبشش				۱/۰۰۰	۰/۷۶۱**
چشم					۱/۰۰۰

** در کلیه شاخصها اختلاف معنی دار در سطح یک درصد وجود دارد.

٤- بحث و نتیجه گیری

مطالعات قبلی نشان داد که کیفیت ماهی در طول مدت سردسازی کاهش می‌یابد [۱۹] و تغییرات چربی نقشی مهم در افت کیفیت آن بر عهده دارد [۲۰]. نتایج بدست آمده در این تحقیق، با تاکید بر مطالعات مذکور، میزان افت کیفیت ماهی را با روش سردسازی (نگهداری ماهی در یخ) مرتبط می‌داند و اندازه گیری شاخصهای شیمیایی فساد چربی و ارزیابیهای حسی نیز تأثیر روشنی از روش نگهداری بر کیفیت ماهیان به نمایش گذاشت.

کاهش نهایی رطوبت نمونه ماهیان سفید دریای خزر نگهد اری شده در یخ بخاطر تأثیر آنزیمهای پروتئولیتیک بر پروتئینها و تبدیل آنها به اسیدهای آمینه آزاد و در نتیجه کاهش توانایی آنها در حفظ رطوبت مربوط می‌باشد. کاهش رطوبت نمونه‌ها در طی دورهٔ نگهداری، علاوه بر کاهش وزن [۲۱]، باعث افزایش تغییرات اکسیداسیونی و در نتیجه افت کیفیت محصول می‌گردد [۲۲]. نتایج مشابهی نیز در خصوص کاهش چربی در ماهیان مورد مطالعه از جمله کیلکای آنچوی *Clupeonella engrauliformis* [۲۳] و کفال خاکستری *Mugil cephalus* [۵] بدست آمد. کاهش نهایی مقادیر چربی کل در نمونه‌های اندازه گیری شده احتمالاً بخاطر تأثیر آنزیمهای موثر در فساد هیدرولیتیک چربی و تبدیل آن به اسیدهای چرب آزاد بوده است [۲٤].

اندازه گیری پراکسید جهت تعیین محصولات اولیه اکسیداسیون چربی (هیدروپراکسیدها) به کار می‌رود [۲۵] و تولید آن تغییری در ویژگیهای حسی ماهی ایجاد نمی کند اما ممکن است منجر به ایجاد مخاطراتی برای مصرف کننده گردد. افزایش مقادیر پراکسید در نمونه‌های نگهداری شده در یخ نسبت به نمونه‌های تازه (روز اول) حاکی از توسعه تندی و فساد در هنگام نگهداری ماهیان در یخ بوده و کاهش آن در انتهای دورهٔ نگهداری احتمالاً بدلیل پیروی از مکانیسم مونومولکولارMonomolecular و بی مولکولار Bimolecular و تبدیل پراکسید به ترکیبات ثانویه اکسیداسیونی (کربونیل) است [۲٦].

اندازه گیری TBA شاخص مناسبی برای تعیین پیشرفت اکسیداسیون چربی و تولید تر کیبات کربونیل است [۸،۹]. وجود چنین ترکیباتی در گوشت ماهی سبب تغییراتی در ویژگیهای حسی آن از جمله طعم و بو می‌گردد [۲۷]. در مطالعه حاضر مقادیر TBA اندازه گیری شده در ماهی سفید دریای خزر تا روز ۱۳ نگهداری در یخ روند صعودی را به نمایش گذاشت اما میزان آن در ادامه نگهداری تفاوت معنی داری را نشان نداد($P<0/05$). چنین الگویی در نتایج سایر محققین از ماهیانی نظیر کیلکای آنچوی *Clupeonella engrauliformis* [۲۳] و ماکرل *Scomber scombrus* حاصل گشت. محققان این کاهش را به واکنش احتمالی مالون دی آلدئید با انواع ترکیبات یا اجزاء موجود در عضلات از جمله پروتئینها و

اسیدهای آمینه آزاد نسبت داده اند [١٦] که در این حالت علی رغم افزایش فساد ماهی، مقادیر TBA دچار کاهش شده است [۲۸]. برخی از محققین نیز دلایل کاهش TBA را پس از مدت زمان مشخص به واسطه واکنش مالون دی آلدئید با اسیدهای آمینه ماهی، تشکیل ترکیبات اضافی کربونیل و یا واکنش مالون دی آلدئید با میوزین بیان نمودند [۲۹].

آنزیمهای هیدرولیز کنندهٔ چربی با تأثیر بر چربی، تغییرات عمده ای را پس از مرگ ماهیان رقم زده و میزان اسیدهای چرب آزاد را در آنها افزایش می‌دهند [۲۹،۳۰]. بنابراین اندازه گیری FFA شاخص خوبی برای بیان تاثیر آنزیمهای لیپولیتیک بر چربی ماهی و سایر فرآورده‌های گوشتی است [۳۱،۲۳،۱۱،۹]. هر چند گزارشهای موجود FFA را بعنوان عامل مستقیم افت کیفیت بیان ننمودند، لیکن افزایش مقادیر آن باعث افزایش اکسیداسیون چربی، توسعه طعم نامطلوب(Off-flavor)، ایجاد تغییرات بافتی به واسطهٔ دناتوره شدن پروتئین و در نهایت کاهش کیفیت محصول می‌گردد [۲۳]. در این مطالعه نیز اثرات معنی دار افزایش FFA بر مقدار اکسیداسیون چربی (مقادیر پراکسید) و کاهش کیفیت محصول کاملاً مشهود بود. غلظت تقریباً ثابت مقادیر اسیدهای چرب اندازه گیری شده در مراحل آخر نگهداری در یخ، احتمالاً به دلیل کاهش مواد اولیه(سوبسترا) و یا افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب آزاد بود [۳۳]. چنین الگویی در مطالعاتی که بر روی ماهیان نگهداری شده در شرایط انجماد نظیر سوف نیل *Lates niloticus* [١٦] و آریم *Ariomma indica* [۱۱] انجام یافته بود، نیز مشاهده گردید. در مطالعه حاضر اگرچه یخ نتوانست فساد هیدرولیتیکی(آنزیمی) چربی را در ماهیان مذکور متوقف کند اما کم بودنِ مقادیر FFA اندازه گیری شده بیانگر اثر حفاظتی یخ در تولید FFA [۲۸] و کاهش فعالیتهای آنزیمی [۲۲] در ماهیان مذکور بوده است.

اندازه گیری آهن هم بعنوان یک شاخص افت کیفیت می تواند مورد استفاده قرار گیرد. زیرا در طی دوره نگهداری، کمپلکس هم تخریب شده و یون آهن آزاد می‌گردد. این یونهای فلزی می‌توانند بعنوان عامل پراکسیدان نقش مهمی را در اکسیداسیون چربی بر عهده گیرند[۹]. بنابراین کاهش مقادیر آهن هم می‌تواند به صورت غیر مستقیم بیانگر افزایش اکسیداسیون چربی باشد.

ارزیابی حسی به عنوان یکی از شاخصهای سنجش کیفیت ماهیان در طی دوره نگهداری در مطالعات بسیاری از محققین از جمله Namulema ; Aubourg *et al.*, 2002 و Thomas and Mathen 1999 *et al.*, 1999 آمده و از آن به عنوان روشی مناسب جهت برآورد عمر ماندگاری ماهی در طی دوره نگهداری نام برده شد. در مطالعه حاضر بافت ماهی سفید دریای خزر ثبات و پایداری کمی را در طی دورهٔ نگهداری به نمایش گذاشت. به نظر می‌رسد تخریب پروتئینهای بافت مخصوصاً پروتئینهای میوفیبریل که نقش بسزایی در استحکام بافت دارند، در ماهی سفید از سرعت با لایی برخوردار است [١٦]. بطور کلی بوی نامطلوب ماهیان در اثر فساد اکسیداتیو چربی و تشکیل ترکیباتی با وزن مولکولی پایین [۲۲،۵]، تخریب پروتئینها [۳۳] و نیز تغییر در ترکیب تری متیل آمین اکسید TMAO [١٦] ایجاد می‌گردد. در این تحقیق بوی فساد در آبشش ماهی سفید دریای خزر از شدت بالایی برخوردار بود. به نظر می‌رسد که احتمالاًمجموعه ای از عوامل فوق در بروز چنین امری دخیل بوده‌اند. تغییراتِ چشم نیز در نمونه ماهیان نگهداری شده در یخ قابل ملاحظه بود. این عوامل همراه با رنگ آبشش به عنوان شاخصی مطلوب جهت ارزیابی حسی در ماهی *Ptychocheilus oregonensis* [۱۸]، *Thunnus alalunga* [۲۵] و *Trachurus novaezelandiae* [۳٤] گزارش گردیده است.

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که عمرماندگاری ماهی سفید دریای خزر در یخ حدود ۱۰ روز می‌باشد. بنابراین یخ علیرغم همه مزایا و ویژگیهایی که دارد برای نگهداری طولانی مدت ماهی سفید دریای خزر مناسب نبوده و

باعث بروز تغییرات کیفی و کاهش ارزش غذایی آن می‌گردد.

فهرست واژگان

اسید چرب آزاد	FFA	Free fatty acid
آهن هم	HI	Heme iron
رطوبت	M	Moisture
پراکسید	PV	Peroxide value
اسید تیوباربیتوریک	TBA	Thiobarbituric acid
چربی کل	TL	Total lipid

۵- منابع

[۱] رضائی، م. (۱۳۸۲). اثرات دما و مدت زمان نگهداری به حالت انجماد در تغییرات چربی ماهی کیلکای آنچوی. پایان نامه دکترای دانشگاه تربیت مدرس. ۹۳ صفحه.

[2] Balachandran, K. K. 2001. Onboard handling and preservation in post harvest technology of fish and fish product. India. 440 pp.

[3] Fisher, J. and Deng, J. C. 1977. Catalysis of lipid oxidiation: A study of mullet (*Mujil cephalus*) dark flesh and emulsion model system , J. Food Sci. 42: 610-614.

[4] Joseph, J., George, C. and Perigreen, P.A. 1989. Studies on minced fish storage and quality improvement. Journal of Marine Biological Association of India 31: 247-251.

[5] El-Sebaiy, L. A., Metwalli, S. M. and Khalil, M. E. 1987. Phospholipids changes in muscles of plathead Grey Mullet (*Mujil cephalus*) during frozen storage. Food Chemistry. 26: 85-96.

[6] Durnford, E. and Shahidi, F. 1998. Flavour of fish meat. In: *Flavor of Meat, Meat Products and Seafoods*, 2nd ed., F. Shahidi (Ed.). Blackie Academic & Professional, London, pp. 131-158.

[7] Sikorski, Z. E., Kolakowska, A. and Pan, B. S. 1990. The nutritive composition of the major groups of marine food organisms. In: *Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation*, Z. E. Sikorski (Ed.), CRC Press, Boca Raton., pp. 29-54.

[8] Eun, J. B., Boyle, J. A. and Hearnsberger, J. O. 1994. Lipid peroxidant and chemical change in Catfish (*Ictalurus punctatus*) muscle microsoes during frozen storage. J. Food Sci. 59: 251-255.

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

[10] Ke, P. J. and Ackman, R. G. 1976. Metal catalyzed oxidation in mackerel skin and meat lipids. J. Am. Oil Chem Soc. 53(10): 636-640.

[11] Ackman, R. G. 1980. Fish Lipids. Part1. In Advances in Fish Science and Technology. J. J. Conell (Ed), Fishing News Book, LTd, Farnham, Surrey, England, pp. 86-103.

[12] Sanker, T. V. and Raghunath, M. R. 1995. Effect of pre-freezing iced storage on the lipid fraction of *Ariomma indica* during frozen storage. Fishery Technology. 32(2): 88-92.

[13] AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemists, 15th (end), Washington DC, USA.

[14] Bligh, E. G. , Dyer. W. J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can . J. Biochem. Physiol. 37: 911-917.

[15] Egan, H., Krik,R.S., Sawyer,R.1997. Pearson`s Chemical Analysis of Foods.9(edn), pp. 609-634.

[16] Namulema, A., Muyonga, J. H. and Kaaya, A. N. 1999. Quality deterioration in frozen Nile perch (*Lates niloticus*) stored at –13 and –27°C. Food Research International. 32: 151-156.

[17] Clark, E.M., Mahoney,A. W. , Carpenter, C.E. 1997. Heme and total iron in ready - to- eat chiken. J. Agric. Food Chem. 45: 124-126.

[18] Lin, D. and Morrissey, M. T. 1994. Iced storage characteristics of Northern Squawfish (*Ptychocheilus oregonensis*). J. Aquat. Food Prod. Tech. 3: 25-43.

[19] Mazorra-Manzano, M. A., Pacheco-Aguilar, R., Diaz-Rojas, E. I. and Lugo-Sanchez, M. E. 2000. Postmortem changes in Black Skipjack muscle during storage in ice. Journal of Food Science. 65(5): 774-779.

[20] Hwang, K. T. and Regenstein J. M. 1996. Lipid hydrolysis and oxidation of mackerel (*Scomber scombrus*) mince. J Aquatic Food Product Technology. 5(3): 17-27.

[۲۱] رضوی شیرازی، ح. (۱۳۸۰). تکنولوژی فراورده‌های دریایی. انتشارات نقش مهر. ۲۹۲ صفحه.

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

[۲۳] رضائی، م.، سحری، م، ع.، معینی، س.و صفری، م. و غفاری، ف. (۱۳۸۲). مقایسه کیفیت چربی کیلکای آنچوی(*Clupeonella engrauliformis*) در دو روش حمل و نگهداری موقت سرما. مجله علمی شیلات ایران. سال دوازدهم. شماره ۳. صفحات ۹۷-۱۰۸.

[24] Toyomizu, M., Hanaoka, K. and Yamaguchi, K. 1981. 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. 47: 615-610.

[25] Perez-Villarreal, B., and Pozo, R. 1990. Chemical composition and ice spoilage of Albacore (*Thunnus alalunga*). J. Food Sci. 55: 678-682.

[26] Pacheco-Aguilar R.,Lugo-Sachez M. E. and Robles-Burgueno R. 2000. Postmortem biochemical and functional characteristic of montery sardine muscle stored at 0 C. J. Food Sci. 65: 40-47.

[27] Ladikos, D. and Lougovois, V. 1990. Lipid Oxidation in Muscle Food: A review. Food Chemistery. 35: 295-314.

[28] Aubourg, S. P. and Medina, I. 1999b. Influence of storage time and temperature on lipid deterioration during cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglifinus)* frozen storage. J. Sci. Food Agric. 79: 1943-1948.

[29] Silva, J. L. and Ammerman, G. R. 1993. Composition , lipid change , and sensory

evaluation of two sizes of channel catfish during frozen storage. J. Applied Aquaculture. 2(2): 39-49.

[30] Shewfelt, R. L. 1981. Fish muscle lipolysis-A review , J Food Biochem., 5: 79-100.

[31] Aubourg, P. S., Lehmann, I. and Gallardo, M. J. 2002. Effect of previous chilled storage on rancidity development in frozen horse mackerel (*Trachurus trachurus*).J Sci. Food Agric. 82: 1764-1771.

[32] Haard, N. F. 1992. Biochemistry and chemistry of color and color change in seafoods. In: *Advances in Seafood Biochemistry. Composition and Quality*. G. J. Flick and R. E. Martin (Eds.), Technomic Publishing, Lancaster, Pennsylvania, 305 pp.

[33] Vidya, S. R. G. and Srikar, L. N. 1996. Effect of preprocess ice storage on the lipid changes of Japanese threadfin bream (*Nemipterus japonicus*) mince during frozen. Asian Fisheries Science. 9: 109-114.

[34] Ryder, J. M., Buisson, D. H., Scott, D. N. and Fletcher, G. C. 1984. Storage of New Zealand Jack mackerel (*Trachurus novaezelandiae*) in ice: chemical, microbiological and sensory assessment. Journal of Food Science. 49: 1453-1456.

[35]

[36] Tomas, F., and Mathen, C. 1995. Effect of delay in icing on quality and shelf life of fish in India. Fishery Technology. 32(2): 93-98.

Khayat, A and Schwall, D. 1983. Lipid oxidation in seafood. Food Tech. 37(7): 130-140.

وثوقی، غ. مستجیر، ب. (۱۳۸۰). ماهیان آب شیرین. انتشارات دانشگاه تهران.۳۱۷ صفحه.

Medina, I., Aubourg, S., Perez-Martin, R. 1995. Composition of phospholipid of white muscle of six Tuna species. Lipids, 30(12): 1127-1135.

Lipid Quality Changes of Kutum (Rutilus frisii kutum) During Ice Storage

Seyyed Vali Hosseini[1], Masoud Rezaei[2*], Mohammad Ali Sahari[3], Hedayat Hosseini[4]

1- Graduate of MSc. , Dept. of Fisheries, Tarbiat Modarres University, Noor, Iran.
2- Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Tarbiat Modarres University, Noor, Iran.
3- Associate Prof., Dept. of Food Industry, Tarbiat Modarres University, Noor, Iran.
4- Assistant Prof., Bureau of Food and Drug Laboratories, Tehran, Iran.

Changes in some quality characteristics of the kutum (Rutilus frisii kutum) was investigated. In this work, changes in moisture (M), total lipid (TL), peroxide value (PV), thiobarbitoric acid (TBA), free fatty acid (FFA), and heme iron (HI) and sensory evaluation (such as texture, general appearance, eye, color and odor of gills) were determined during 1, 4, 7, 10, 13 and 20 days after ice storage period. Statistical analysis showed significant decrease in all samples with regard to oxidative and hydrolitic deterioration($P<0.05$). Also, sensory evaluation through indexes of eye, texture, general appearance, gill odor and gill appearance were recorded excellent to good till 4th and good to acceptable until 10th days.

Key words: Kutum (Rutilus frisii kutum), Shelf life, Lipid changes, Sensory evaluation, Ice.

* Corresponding author E-mail: rezai_ma@modares.ac.ir