نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ٦٦، شماره ١، بهار ١٣٩٢
١٥

تاریخ دریافت: ١٣٩٠/١١/١
تاریخ پذیرش: ١٣٩١/٣/٢٣

تعیین زمان ماندگاری و شناسایی اسیدهای چرب در اردک‌ماهی تالاب انزلی

❖ **مهسا حاجی صفر علی؛** دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران
❖ **سهراب معینی*؛** دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران
❖ **ژاله خوشخو؛** دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران
❖ **بابک کرمی؛** دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران ایران

چکیـــده

در این تحقیق ترکیب‌های شیمیایی و تغییرات آنها در فیلهٔ اردک‌ماهی تالاب انزلی[1] به مدت ١٢٠ روز نگهداری در سردخانهٔ ٢٠- درجهٔ سانتی‌گراد شناسایی شد. نتایج نشان داد که درصد تغییرها در ترکیب شیمیایی به شرح زیر است: رطوبت ٠/٠٦±٧٧/٦١ به ٠/٠١±٧٦/٥٧، خاکستر ٠/٠٠±١/٣٠ به ٠/٠١±١/٣٧، پروتئین ٠/٠١±١٩/٢١ به ٠/٠٣±١٧/١٩ و چربی ٠/٠١±٢/٢٩ به ٠/٠٠±٠/٩٨. به وسیلهٔ دستگاه گاز کروماتوگرافی تعداد ٣٠ اسید چرب در فیلهٔ اردک‌ماهی تالاب انزلی شناسایی شد که شامل ١٢ اسید چرب اشباع[2]، ٦ اسید چرب غیراشباع مونوئن[3] و ١٢ اسید چرب غیراشباع پلی‌ئن[4] است. درصد تغییرها در اسیدهای چرب در زمان انبارداری شامل ٢٢/SFA٩٤ به ٢٧/٨٣، MUFA ٢٢/٦١ به ٣١/٣٥، PUFA١٦/٥١ به ٣٤/٩٦ و ΣUFA[5] ٧٣/٧٥ به ٦٦/٣١ بود؛ از طرف دیگر، درصد تغییرها در مقدار امگا-٣[6] و امگا-٦[7] به ترتیب ٣٣/٤٩ به ٢٠/١٦ و ١٧/٨٥ به ١٤/٨٠ اندازه‌گیری شد. از نظر آماری همهٔ نتایج در سطح ٥ درصد معنی‌دارند. مقدار مجموع بازهای فرار[8] و پراکسید[9]، به‌منزلهٔ نشان‌گرهای اندیس فساد، در مدت انبارداری افزایش داشتند و مقدار این افزایش به ترتیب برای TVB-N از ٠/٠٢±٦/٢٧ به ٠/٠٠±١٤/٢٥ میلی‌گرم ازت در ١٠٠ گرم و برای پراکسید از ٠/٠٠±٠/١٨ به ٠/٠٠±١/٤٤ میلی اکی‌والان بر کیلوگرم شد.

واژگان کلیدی: اردک‌ماهی تالاب انزلی Esox lucius، ترکیب‌های شیمیایی، اسیدهای چرب..

* نویسنده مسئول تلفن: ٠٢١٨٨٠٩٥٦٣٧
E. mail: dr_smoini@yahoo.com

1. Esox lucius
2. Saturated Fatty Acid(SFA)
3. Mono Unsaturated Fatty Acid(MUFA)
4. Poly Unsaturated Fatty Acid (PUFA)
5. Unsaturated Fatty Acid(UFA)
6. n-3
7. n-6
8. TVB-N
9. PV

۱. مقدمه

ماهی‌ها در بین مهره‌داران بیشترین تنوع گونه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند و تاکنون حدود ۲۵۰۰۰ گونه از آنها شناسایی شده‌اند که در این میان ۹۹٦٦ گونهٔ آن را ماهی‌های آب شیرین تشکیل می‌دهند (Karami,.2007) آبزیان، به علت داشتن اسیدهای چرب غیراشباع شکننده، مادهٔ غذایی بسیار حساس و فسادپذیری‌اند و زمانی که در معرض هوا و حرارت قرار می‌گیرند اسیدهای چرب غیراشباع آنها به‌راحتی اکسید می‌شوند و نه فقط خاصیت خود را از دست می‌دهند، که ممکن است به موادی مضر تبدیل شوند.

(Jalili, 2008) وقتی که درجهٔ حرارت پایین آورده شود فعالیت‌های آنزیمی کاهش می‌یابند. همچنین، سردسازی رشد بیشتر میکروارگانیزم‌ها را کند می‌کند. به این ترتیب، سرما برای ماهی‌ها و سایر محصولات دریایی اثر نگهدارنده دارد. هر چه دما پایین‌تر بیاید، این اثر بیشتر است. وقتی درجهٔ حرارت بین ۵ تا ۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد باشد، به ازای هر درجه کاهش دما ۱۰ درصد به مدت زمان ماندگاری محصول افزوده می‌شود. در حالی که، در دمای صفر تا ۱- درجهٔ سانتی‌گراد مدت زمان ماندگاری ۵۰ تا ۱۰۰ درصد افزایش می‌یابد. مدت زمان ماندگاری در ۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد ۲/۵ روز، در ٤/٤ درجهٔ سانتی‌گراد ۵/۵ روز و در دمای صفر درجهٔ سانتی‌گراد ١٤ روز است. البته زمان ماندگاری علاوه بر درجهٔ حرارت به گونهٔ ماهی، فاکتورهای فیزیولوژیک، مقدار غذایی که ماهی مصرف کرده است و سایر عوامل مؤثر دیگر نیز وابسته است (FAO, 1989).

اردک‌ماهی یکی از گونه‌های با پراکندگی وسیع است که در اکثر گستره‌های آبی دنیا یافت می‌شود (Redger, 1991). این ماهی‌ها منحصر به نواحی سردسیر و معتدل نیمکرهٔ شمالی‌اند و در مناطق معتدل شمالی بالای عرض جغرافیایی ٤۰ درجه به طرف منطقهٔ قطب شمال انتشار دارند. اردک‌ماهی‌ها، علاوه بر بخش شمالی نواحی سردسیر قطب شمال[1]، در جنوب، در می‌سی‌سی‌پی، نیز حضور دارند. این ماهیان به نواحی خزری هم وارد شده‌اند (Moyle and Cech, 1988). ارزش غذایی بالای اردک‌ماهی، از نظر کیفیت عالی گوشت و نیز داشتن استخوان‌های محکم و پایین‌بودن مقدار چربی، باعث شده است که جایگاه ویژه‌ای را از نظر تغذیه‌ای در بین مردم دنیا به خود اختصاص دهد (Huet, 1986). اردک‌ماهی در مدیریت منابع آبی اهمیت بسزایی دارد و به‌منزلهٔ عاملی موازنه‌کننده در گستره‌های آبی، و از جمله تالاب انزلی، به منظور کنترل فراوانی سایر ماهی‌ها و برقراری تعادل جمعیتی در بین آنها، نقش دارد، زیرا نهایتاً موجب پایداری تنوع جمعیتی در اکوسیستم می‌شود و بهره‌برداری و صرفهٔ اقتصادی بیشتری را به همراه خواهد داشت. بنابراین، در بهبود زیستی[2] گستره‌های آبی نقش اساسی دارد (Karami, 2007).

تحقیقات بسیار گسترده‌ای در زمینهٔ تأثیر انجماد در ترکیب‌های تشکیل‌دهندهٔ بافت گونه‌های مختلف آبزیان در کشورهای مختلف صورت گرفته است. در لهستان، Zmijewski و همکاران در سال ۲۰۰٦ لیپیدها و ارزش غذایی ۳ گونهٔ اردک‌ماهی، ماهی سیم و ماش‌ماهی را آنالیز کردند. نتایج نشان داد که میزان SFA در ۱۰۰ گرم عضلهٔ گوشت در ماهی سیم و ماش با میزان ۰/۲۹ ± ۲/۵۲ و ۰/۳٤ ± ۳/٦۳ درصد تفاوت چندانی ندارد، ولی این مقدار در اردک‌ماهی با ۰/۱۳ ± ۰/٦٤ بالاتر است. همچنین، با بررسی و آنالیز این ۳ گونه ماهی مشخص شد که میزان رطوبت در اردک‌ماهی به میزان

۰/۱٤ ± ۸۰/۳۲ از میزان رطوبت در ماهی سیم و ماش با میزان ۰/۲۷ ± ۷۷/۳۷ و ۰/۳۵ ± ۷۷/٦٤ درصد بالاتر است. همچنین، میزان پروتئین در ماش‌ماهی از ۲ گونهٔ دیگر بیشتر بود که این فاکتور در ماش‌ماهی ۰/۱۵ ± ۱۸/۸۳ درصد و در سیم

۰/۲۸ ± ۱۸/۰ درصد و در اردک‌ماهی ۰/۱٤ ± ۱۸/۰٦ درصد بود (Zmijewski *et al*., 2006).

1. Holarctic
2. Bio-Improving

میزان خاکستر، پروتئین و چربی در ماهی زاندر[1] به ترتیب ۰/۰۲ ± ۱/۳۷، ۰/۱۲ ± ۱۸/۸، ۰/۱۲ درصد بود که جزء ماهی‌های با چربی خیلی پایین طبقه‌بندی می‌شود؛ همچنین، در ماهی زاندر اسید چرب اشباع پالمیتیک بالاترین مقدار را داشت .(Celike *et al.*, 2005)

Zuaraini و همکاران در سال ۲۰۰۶ میزان رطوبت، خاکستر و پروتئین را در ۳ گونه خامه‌ماهی به ترتیب: Channa micropeltes ۱/۲±۸۲/۱ درصد، ۰/۰۱ ± ۱ درصد و ۰/۶ ± ۲۲/۱ درصد، در Channa lucius ۵/۴±۸۰/۰ درصد، ۰/۱۱ ± ۱/۲ درصد و ۱/۳ ± ۱۹/۹ درصد و در Channa stiratus ۶/۷±۷۵/۹ درصد، ۰/۰۱ ± ۱/۲۹ درصد و ۰/۷ ± ۲۳ درصد ارزیابی کردند. از طرفی، میزان چربی در Channa stiratus ۱/۱۹±۵/۱۷ درصد Channa lucius رد ۴/۳±۱۱/۹ درصد و در Channa micropeltes ۲/۷±۹/۳ درصد است. میزان اسید چرب غیراشباع دوکوزاهگزانوئیک[2] C۲۲:۶ در خامه‌ماهی ۱۵/۱۸ درصد است (Zuaraini *et al.*, 2006) Ozogul. در سال ۲۰۰۷ پروفایل اسیدهای چرب را در ۳ گونه از ماهی‌های دریایی و آب شیرین در ترکیه بررسی کرد که میزان اسید چرب اشباع در ۳ گونه از ماهی‌های دریایی Trigla lucerna ، Epinephelus aeneus و Scomber scombrusبه ترتیب ۳۸/۰ درصد، ۳۰/۳ درصد و ۲۵/۹ درصد و اسید چرب غیراشباع MUFA در این ۳ گونه به ترتیب ۲۴/۲ ، ۲۹/۰ و ۱۴/۲ درصد و اسید چرب غیراشباع PUFA ۲۵/۲ ، ۲۷/۳ و ۴۸/۲ درصد بود. همچنین، میزان اسید چرب اشباع در ۳ گونه از ماهی‌های آب شیرین: کپور معمولی[3]، Tinca tinca و Sander lucioperca به ترتیب۲۸/۰، ۲۸/۱ و ۳۱/۸ درصد، اسید چرب غیراشباع MUFA به ترتیب ۱۳/۸، ۱۰/۷ و ۱۳/۸ درصد و اسید چرب غیراشباع PUFA به ترتیب ۳۴/۳، ۴۳/۸ و ۴۲/۴ درصد است. Nettleton در سال ۲۰۰۰ میزان n–۳ و n–۶ را در ماهی‌های آزاد و قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی و وحشی بررسی و مقایسه کرد که طبق این بررسی میزان اسید چرب n–۳ و n–۶ در ماهی آزاد Coho وحشی به ترتیب ۰/۹۲ و ۰/۶ گرم و در ماهی پرورشی به ترتیب ۱/۴۲ و ۰/۴۶ گرم به دست آمد. میزان n–۳ و n–۶ در قزل‌آلای رنگین‌کمان وحشی به ترتیب ۰/۷۷ و ۰/۳۳ گرم و در ماهی پرورشی به ترتیب ۱/۰۰ و ۰/۷۱ گرم ارزیابی شد.Kinsella و همکاران ترکیب چربی بافت چند گونه از ماهی‌های آب شیرین از جمله اردک‌ماهی را در سال ۱۹۷۸ بررسی کردند که در این بررسی درصد رطوبت اردک‌ماهی ۷۹/۸ درصد، میزان چربی در اردک‌ماهی ماده ۰/۸۵ درصد و در اردک‌ماهی نر ۰/۹۱ درصد به دست آمد. همچنین، میزان اسید چرب اشباع در اردک‌ماهی تالاب انزلی ۲۲/۱ درصد و میزان اسید چرب غیراشباع ۷۵/۸ درصد برآورد شد.

Rasoarahora و همکاران در سال ۲۰۰۵ تأثیرات فصل را در ترکیب چربی و پروفایل اسید چرب در ۳ گونه از تیلاپیا O. macrochir ، Oreochromis niloticus و Tilapia rendalli ۱/۴ درصد گزارش کردند. همچنین، در این بررسی بیش از ۴۰ نوع اسید چرب از این ماهی‌ها استخراج شد که مهم‌ترین اسیدهای چرب زنجیرهٔ بلند غیراشباع آنها آراشیدونیک اسید، دوکوزاهگزانوئیک اسید و ایکوزاپنتانوئیک اسید[4] بودند که تأثیرات فصول در این اسیدهای چرب، به خصوص درDHA ، نشان داد که از ۱۱/۴ درصد به ۶ درصد در ماهی O. macrochir از فصل بهار به زمستان تغییر کرد، برای O. niloticus از ۹/۸ به ۴/۹ درصد و برای T. renalli از ۱۰ درصد به ۴/۴ درصد کاهش یافت .

در تونس، Mnari و همکاران در سال ۲۰۰۷ اسید چرب را در عضلات پشتی و شکمی و کبد ماهی سیم‌دریایی وحشی[5] و پرورشی بررسی کردند که در سیم‌دریایی پرورشی و وحشی اسید پالمیتیک با ۱۸/۵۷ درصد و ۱۹/۳۹ درصد بود که بالاترین میزان را در بین

1. Sander lucioperca
2. Docosahexaenoic Acid (DHA)
3. Cyprinus carpio
4. Eicosapentaenoic Acid(EPA)
5. Sparus aurita

اسیدهای چرب اشباع داشت. میزان MUFA در ماهی سیم‌دریایی پرورشی ۲۹/۸۷ درصد به دست آمد و میزان اسید چرب غیراشباع PUFA در ماهی سیم‌دریایی پرورشی ۳۵/٦ درصد است.

۲. مواد و روش کار

۱.۲. مواد مصرفی و غیرمصرفی

۱۵ عدد اردک‌ماهی تالاب انزلی ۰/۱±۱ کیلوگرمی، اکسید منیزیم، اسید بوریک، سولفات مس، سولفات دوپتاس، اسید سولفوریک، یدید پتاسیم، اسید استیک، کلروفرم GR grade Merck – تیوسولفات سدیم ۰/۱ نرمال، n–بوتانول، متانول، کلروفرم، معرف نشاسته، متیل قرمز/ متیل اورانژ و برموکروزول سبز (همهٔ مواد شیمیایی مورد استفاده ساخت شرکت MERCK آلمان است). دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل

GC Instrument: Varian model 3400
GC Column: DB23, 60MID 0.32 mm, Film(um) 0.25

روتاری، ترازوی دیجیتال، استوانهٔ مدرج، قیف بوخنر، قیف جداکننده (دکانتور)، همزن، کوره با درجهٔ قابل کنترل بین ۵۰۰–۱۲۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد، سنگ جوش و مگنت، کاغذ صافی واتمن شمارهٔ ۱، ارلن مایر و بالن ته‌گرد.

۱۵ عدد اردک‌ماهی Esox lucius با وزن ۰/۱±۱ کیلوگرم در زمستان ۱۳۸۹ از تالاب انزلی صید شدند و بلافاصله همراه با یخ به تهران منتقل و در ۳۰- درجهٔ سانتی‌گراد منجمد شدند و تا زمان انجام‌دادن آزمایش در دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد در فریزر آزمایشگاه نگهداری شدند؛ برای انجام‌دادن هر مرحله از آزمایش بعد از خارج‌کردن نمونه از فریزر آزمایشگاه و دیفراست‌شدن آن آزمایش‌های مربوطه در زمان‌های تعیین‌شده (۰–۱۵–۳۰–۴۵–٦۰–۹۰–۱۲۰ روز بعد از صید) روی آن انجام شد که آزمایش‌ها شامل تعیین درصد چربی، درصد رطوبت، درصد خاکستر، درصد پروتئین، اندازه‌گیری TVB-N، اندازه‌گیری PV، شناسایی اسیدهای چرب و بررسی تغییرات آنها بود.

برای اندازه‌گیری رطوبت، خاکستر، پروتئین و غلظت مواد ازتهٔ فرار از دستورالعمل استاندارد آزمایشگاهی مربوطه استفاده شد (Parvaneh, 2006). برای اندازه‌گیری پراکسید از روش (Lee Pearson, 1973) استفاده شد. اندازه‌گیری مقدار چربی طبق روش Bligh and Dyer, ۱۹۵۹انجام شد. همچنین برای شناسایی اسیدهای چرب، نمونهٔ چربی به‌دست‌آمده طبق روش گفته‌شده بعد از یکنواخت‌شدن با n– هگزان رقیق‌شده طبق روش زیر متیله شد و برای شناسایی اسیدهای چرب به دستگاه گاز کروماتوگرافی تزریق شد. به ۱ گرم از نمونه ۱۵ میلی‌لیتر بنزن، ٤۵ میلی‌لیتر متانول و ۰/۵ سی‌سی اسید سولفوریک غلیظ اضافه کردیم و به مدت ۱/۵ ساعت روی اجاق کجلدال ریفلاکس کردیم. با استفاده از مبرد آبی بعد از این مدت نمونه را سرد و به دکانتور منتقل کردیم و ۲ بار با ۲۵ میلی‌لیتر اتر سبک (٤۰/٦۰) استخراج انجام شد و حاصل استخراج را با آب شست‌وشو دادیم تا اسیدی نباشد و مجدداً نمونه را با استفاده از دستگاه تبخیر در خلأ خشک و حاصل را بار دیگر در اتر دوپترول حل و به دستگاه گاز کروماتوگرافی تزریق کردیم (Luthria, 2004). مشخصات دستگاه GC مورد استفاده به شرح زیر است:

Varian مدل ۳٤۰۰؛

طول ستون ٦۰ متر، قطر خارجی ستون ۰/۳۲ میلی‌متر و قطر داخلی ستون ۰/۲۵ میلی‌متر؛

درجهٔ حرارت تزریق ۲۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد و درجهٔ حرارت دتکتور ۲۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد؛

درجهٔ حرارت اولیه: دستگاه به مدت ۲ دقیقه در درجهٔ حرارت ۱۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شد سپس، با سرعت ۱۰ درجه در هر دقیقه به ۱۸۰ درجهٔ سانتی‌گراد رساندیم و به مدت ۵ دقیقه در این دما نگه داشتیم، بعد از آن به میزان ۳ درجه در هر دقیقه دما را تا رسیدن به ۲۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد افزایش دادیم و به مدت ۱۰ دقیقه در این دما نگه داشتیم.

۲.۲. روش آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها، با توجه به نرمال و هم‌واریانس‌بودن داده‌ها، با روش آنالیز واریانس یک‌طرفه[1] انجام شد، در مواردی که هم‌واریانسی برقرار نبود، از سایر آزمون‌های محاسباتی (ولک، تامهن و توکی) استفاده شد. در این مقایسه‌ها میانگین داده‌ها با درنظرگرفتن سطح ۰/۰۵ خطا از نرم‌افزار آماری SPSS استفاده شد.

۳. نتایج

نتایج تعیین زمان ماندگاری اردک‌ماهی تالاب انزلی طی دورهٔ انجماد ۱۲۰ روزه در جدول ۱ به تفکیک آورده شده است.

جدول ۱. تغییرات درصد ترکیب‌های شیمیایی و اندیس‌های نشان‌دهندهٔ فساد در اردک‌ماهی تالاب انزلی در دورهٔ ۱۲۰ روزهٔ انجماد در ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد

دورهٔ انجماد (روز)	درصد رطوبت	درصد خاکستر	درصد پروتئین	درصد چربی	T.V.N Mg N2/100 g	P.V Meq O_2/kg
تازه (۰)	۷۷/۶۱±۰/۰۶	۱/۳۰±۰/۰۰	۱۹/۲۱±۰/۰۱	۲/۲۹±۰/۰۱	۶/۲۷±۰/۰۲	۰/۱۸±۰/۰۰
۱۵	۷۷/۶۰±۰/۰۳	۱/۲۹±۰/۰۰	۱۹/۱۹±۰/۰۱	۲/۲۹±۰/۰۰	۱۱/۲۱±۰/۰۲	۰/۲۱±۰/۰۰
۳۰	۷۷/۵۸±۰/۰۱	۱/۳۱±۰/۰۰	۱۹/۱۵±۰/۰۰	۲/۲۰±۰/۰۰	۱۲/۴۶±۰/۰۲	۰/۴۷±۰/۰۰
۴۵	۷۷/۵۹±۰/۰۰	۱/۳۵±۰/۰۰	۱۸/۴۱±۰/۰۰	۲/۰۸±۰/۰۱	۱۳/۶۱±۰/۱۳	۰/۶۶±۰/۰۰
۶۰	۷۷/۳۸±۰/۰۰	۱/۳۵±۰/۰۰	۱۷/۸۳±۰/۰۰	۱/۴۰±۰/۰۰	۱۴/۱۰±۰/۰۰	۰/۸۴±۰/۰۱
۹۰	۷۶/۶۵±۰/۲۳	۱/۳۸±۰/۰۰	۱۷/۲۲±۰/۰۰	۱/۱۰±۰/۰۶	۱۳/۹۸±۰/۱۹	۱/۴۰±۰/۰۰
۱۲۰	۷۶/۵۷±۰/۰۰	۱/۳۷±۰/۰۱	۱۷/۱۹±۰/۰۳	۰/۹۸±۰/۰۰	۱۴/۲۵±۰/۰۰	۱/۴۴±۰/۰۰

درصد رطوبت در نمونهٔ تازه ۰/۰۶ ± ۷۷/۶۱ بود، به‌تدریج طی ٤ ماه، رطوبت بافت عضلانی اردک‌ماهی کاهش پیدا کرد به طوری که، از ۰/۰۶ ± ۷۷/۶۱ به ۰/۰۱ ± ۷٦/۵۷ درصد رسید. اختلاف درصد رطوبت میان مراحل نمونه‌برداری در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار بوده است (P< ۰/۰۵).

میزان خاکستر تقریباً ۱/۵-۰/۵ درصد وزن قسمت خوراکی ماهی را شامل می‌شود. در اردک‌ماهی تازه میزان خاکستر ۰/۰۰ ± ۱/۳۰ بود که در پایان دورهٔ نگهداری به مدت ٤ ماه به ۰/۰۰ ± ۱/۳۷ درصد رسید. ۱۵ روز بعد از صید، کاهش جزئی در مقدار خاکستر دیده شد که ممکن است به علت خطای آزمایش انجام‌شده باشد. انجماد، با کاهش رطوبت در مادهٔ غذایی، غلظت مواد معدنی در بافت محصول را افزایش می‌دهد و در نتیجه خاکستر به درصد بالاتری می‌رسد. درصد افزایش چندان چشمگیر نبود، البته مقدار خاکستر اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P< ۰/۰۵).

با توجه به نتایج، درصد پروتئین در نمونهٔ تازه ۰/۰۱ ± ۱۹/۲۱ درصد بود که طی دورهٔ نگهداری کاهش یافت. میزان پروتئین از ۰/۰۱ ± ۱۹/۲۱ درصد در ماهی تازه به ۰/۰۳ ± ۱۷/۱۹ در پایان دورهٔ نگهداری کاهش یافت. مقدار پروتئین اختلاف معنی‌داری نشان داد (P< ۰/۰۵). میزان درصد چربی در نمونهٔ تازه ۰/۰۱ ± ۲/۲۹ درصد بود. در پایان دوره به ۰/۰۰ ± ۰/۹۸ درصد رسید. بین مقادیر چربی طی آزمایش اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (P< ۰/۰۵).

در اردک‌ماهی تازه TVB-N از ۰/۰۲ ± ٦/۲۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم به ۰/۰۰ ± ۱٤/۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم در پایان دورهٔ نگهداری رسید. همچنین، TVB-N در ماهی تازه و پایان دورهٔ نگهداری میان مراحل نمونه‌برداری دارای اختلاف معنی‌دار بوده است (P< ۰/۰۵).

میزان تولید پراکسید در عضلات اردک‌ماهی تالاب انزلی طی دورهٔ نگهداری در دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد

1. One-way ANOVA

ارزیابی شد. میزان پراکسید در ماهی تازه ۰/۰۰ ± ۰/۱۸ میلی اکی‌والان بر کیلوگرم ارزیابی شد. در پایان ٤ ماه، میزان پراکسید به حداکثر مقدار خود یعنی ۰/۰۰ ± ۱/٤٤ میلی اکی‌والان بر کیلوگرم رسید. بین مقادیر پراکسید طی آزمایش اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($P< ۰/۰۵$).

در بافت عضلانی اردک‌ماهی ۳۰ اسید چرب شناسایی شد که نتایج سنجش اسیدهای چرب در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲. شناسایی اسیدهای چرب موجود در بافت عضلانی اردک‌ماهی تالاب انزلی و تغییرات آنها طی نگهداری در سردخانه به مدت ٤ ماه در ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد (گرم در ۱۰۰ گرم اسید چرب) (میانگین ± انحراف معیار)

نوع اسید چرب	تازه	پس از ۳۰ روز	پس از ۶۰ روز	پس از ۹۰ روز	پس از ۱۲۰روز
C۸ : ۰ کاپریلیک	۰/۸۵ ±۰/۰۳	۰/۸۶±۰/۰۳	۰/۹±۰/۰۰	۰/۹۳±۰/۰۲	۰/۹۴±۰/۰۳
C۱۰ : ۰ کاپریک	۱/۰۳±۰/۲۳	۱/۰۸±۰/۰۳	۱/۱۲±۰/۰۳	۱/۱۴±۰/۰۰	۱/۱۲±۰/۰۱
C۱۲ : ۰ لوریک	۰/۷۸±۰/۰۳	۰/۷۷±۰/۰۲	۰/۸۷±۰/۰۳	۰/۹±۰/۰۳	۰/۹۳±۰/۰۸
C۱۳ : ۰تری دکانوئیک	۰/۰۲±۰/۰۳	۰/۰۲±۰/۰۳	۰/۰۴±۰/۰۶	۰/۰۴±۰/۰۳	۰/۰۴±۰/۰۸
C۱۴ : ۰مریستیک	۱/۵۱±۰/۰۶	۱/۵۶±۰/۰۳	۱/۶۷±۰/۰۱	۱/۶۷±۰/۰۶	۱/۶۷±۰/۰۶
C۱۵ : ۰ پنتا دکانوئیک	۰/۵۹±۰/۰۶	۰/۷۸±۰/۰۶	۰/۵۷±۰/۰۸	۰/۶۷±۰/۰۶	۰/۸±۰/۰۶
C۱۶ : ۰ پالمیتیک	۱۲/۸۹±۰/۰۸	۱۳/۵۰±۰/۰۳	۱۴/۶±۰/۰۵	۱۵/۸۲±۰/۰۱	۱۶/۶۳±۰/۰۱
C۱۷ : ۰ هپتا دکانوئیک	۱/۱۶±۰/۰۶	۱/۲۱±۰/۰۳	۱/۰۶±۰/۰۳	۱/۱±۰/۰۵	۱/۰۹±۰/۰۳
C۱۸ : ۰استئاریک	۳/۱۹±۰/۰۳	۳/۱۹±۰/۰۳	۳/۲±۰/۰۳	۳/۲۲±۰/۰۸	۳/۲۲±۰/۰۸
C۲۰ : ۰آراشیدیک	۰/۶۱±۰/۰۶	۰/۶۹±۰/۰۵	۰/۷۹±۰/۰۳	۰/۸±۰/۰۶	۰/۹۸±۰/۰۳
C۲۱ : ۰ هنیکوزانوئیک	۰/۱۴±۰/۰۶	۰/۱۴±۰/۰۳	۰/۱۴±۰/۰۳	۰/۱۴±۰/۰۳	۰/۱۴±۰/۰۵
C۲۴ : ۰ لیگنوسریک	۰/۱۷±۰/۰۳	۰/۲±۰/۰۳	۰/۲۶±۰/۰۶	۰/۲۶±۰/۰۶	۰/۲۷±۰/۰۸
C۱۴:۱مریستولئیک	۰/۱۹±۰/۰۵	۰/۲۱±۰/۰۳	۰/۲۳±۰/۰۱	۰/۳±۰/۰۳	۰/۳۱±۰/۰۸
C۱۶ : ۱ پالمیتولئیک	۵/۵۳±۰/۰۶	۵/۵۳±۰/۰۱	۶/۷۸±۰/۰۱	۸/۰۴±۰/۰۸	۸/۱۴±۰/۰۱
C۱۷ : ۱ هپتا دکانوئیک	۰/۷۸±۰/۰۱	۰/۸۴±۰/۰۸	۰/۸۸±۰/۰۳	۰/۹±۰/۰۶	۰/۹۴±۰/۰۸
C۱۸ : ۱ اولئیک	۱۴/۴۴±۰/۰۶	۱۵/۲۴±۰/۰۱	۱۶/۳۳±۰/۰۲	۱۹/۴۷±۰/۰۶	۲۰/۰۸±۰/۰۶
C۲۰ : ۱ گادولئیک	۰/۵۹±۰/۰۳	۰/۶۱±۰/۰۳	۰/۶۴±۰/۰۶	۰/۶۵±۰/۰۶	۰/۶۹±۰/۰۳
C۲۴ : ۱ نرونیک	۱/۰۸±۰/۰۳	۱/۱۳±۰/۰۶	۱/۱۴±۰/۰۸	۱/۱۹±۰/۰۳	۱/۱۹±۰/۰۸
C۱۸ : ۲ لینولئیک	۱۲/۲۹±۰/۰۶	۱۱/۲۰±۰/۰۳	۱۰/۸۱±۰/۰۵	۱۰/۶۲±۰/۰۶	۹/۹۸±۰/۰۱
C۱۸ : ۳n-۳ آلفا لینولئیک	۴/۸۶±۰/۰۳	۴/۱۰±۰/۰۳	۳/۶۴±۰/۰۶	۳/۵۲±۰/۰۳	۳/۲۴±۰/۰۸
C۱۸ : ۳n-۶ گاما لینولئیک	۰/۳۶±۰/۰۳	۰/۲±۰/۰۳	۰/۱۸±۰/۰۵	۰/۱±۰/۰۶	۰/۰۹±۰/۰۰
C۱۸ : ۴n-۳ اوکتا دکا تترانوئیک	۰/۲۸±۰/۰۳	۰/۲±۰/۰۶	۰/۱۵±۰/۰۳	۰/۱±۰/۰۳	۰/۰۷±۰/۰۸
C۲۰ : ۲n-۶ ایکوزادیئونیک	۰/۲۸±۰/۰۳	۰/۳±۰/۰۵	۰/۲۸±۰/۰۵	۰/۲۹±۰/۰۸	۰/۲۵±۰/۰۳
C۲۰ : ۳n-۳ الائوستریک	۰/۰۸±۰/۰۳	۰/۰۵±۰/۰۳	۰/۰۲±۰/۰۳	۰/۰۳±۰/۰۰	۰/۰۲±۰/۰۶
C۲۰ : ۳n-۶ ایکوزا ترینوئیک	۰/۵۶±۰/۰۱	۰/۴۵±۰/۰۳	۰/۴۰±۰/۰۳	۰/۳۸±۰/۰۵	۰/۳۶±۰/۰۵
C۲۰ : ۳ اوکتا دکا تری انوئیک	۰/۳۵±۰/۰۶	۰/۳۷±۰/۰۸	۰/۴۲±۰/۰۱	۰/۳۹±۰/۰۵	۰/۳۹±۰/۰۱
C۲۰ : ۴n-6 آراشیدونیک	۴/۰۱±۰/۰۰	۳/۸۶±۰/۰۸	۳/۸۰±۰/۰۶	۳/۷۷±۰/۰۳	۳/۷۳±۰/۰۲
C۲۰ : ۵n-۳ ایکوزاپنتانوئیک	۴/۱۶±۰/۰۶	۴/۰۲±۰/۰۳	۳/۷۵±۰/۰۱	۳/۵۱±۰/۰۱	۳/۴۹±۰/۰۱
C۲۲ : ۵n-۳ دوکوزاپنتانوئیک	۲/۷۰±۰/۰۱	۲/۶۰±۰/۰۸	۲/۴۳±۰/۰۳	۲/۴۰±۰/۰۳	۲/۳۸±۰/۰۳
C۲۲ : ۶n-۳ دوکوزاهگزانوئیک	۲۱/۲۱±۰/۰۱	۱۹/۰۳±۰/۰۳	۱۷/۸۱±۰/۰۵	۱۳/۲±۰/۰۸	۱۰/۹۶±۰/۰۵

از این مقدار اسید چرب شناسایی‌شده ۱۲ اسید چرب متعلق به SFA و ۱۸ اسید چرب متعلق به UFA بود که از این میان ٦ اسید چرب مربوط به گروه MUFA و ۱۲ اسید چرب متعلق به PUFA بود.

در بین همهٔ اسیدهای چرب شناسایی‌شده اسید دوکوزاهگزانوئیک به مقدار ۲۲/۲۱ درصد بیشترین مقدار را در ماهی تازه به خود اختصاص داده بود. بعد از آن به ترتیب اسید اولئیک ۱ : ۱۸C و اسید پالمیتیک ۰ : ۱٦C با ۱٤/٤۳ درصد و ۱۲/۸۸ درصد قرار داشتند و بعد از آن نیز اسید لینولئیک ۲ : ۱۸C با ۱۲/۳۱ درصد قرار داشت. اسیدهای چرب غیراشباع با یک باند دوگانه یا مونوئندر بافت اردک‌ماهی تازهٔ تالاب انزلی ۲۲/٦۱ درصد به دست آمد. فراوان‌ترین اسید چرب در گروه MUFA در اردک‌ماهی تازه مربوط به ۱ :۱۸C اسید اولئیک با ۱٤/٤٤ درصد بود. اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه یا پلی‌ئن از اهمیت و ارزش بالایی در بین آبزیان برخوردارند. اسیدهای چرب اشباع و اسیدهای چرب غیراشباع دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P< ۰/۰۵$). میزان پلی‌ئن در بافت عضلات اردک‌ماهی تالاب انزلی تازه ۵۱/۱٤ درصد به دست آمد. در بین اسیدهای چرب پلی‌ئن اردک‌ماهی تالاب انزلی بالاترین میزان به اسید دوکوزاهگزانوئیک ٦ :۲۲C با ۲۱/۲۱ درصد و کمترین مقدار مربوط به اسید الائوستریک ۳ :۲۰C با ۰/۰۸ درصد بود. درصد کل اسیدهای چرب طی دورهٔ انجماد تغییر نمی‌کند. فقط اسیدهای چرب به یکدیگر تبدیل می‌شوند که این تغییر و تبدیل با افزایش اسیدهای چرب اشباع و کاهش چشمگیر اسیدهای چرب غیراشباع همراه است.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

یکی از پارامترهای مهم در زمینهٔ حفظ کیفیت محصول منجمد کاهش رطوبت است (Jalili, 2008). در این تحقیق مشاهده شد که به‌تدریج، طی ٤ ماه، رطوبت بافت عضلانی اردک‌ماهی کاهش پیدا می‌کند به طوری که، از ۷۷/٦۱±۰/۰٦ به ۷٦/۵۷±۰/۰۱۸ درصد رسید. نتایج آزمایش کاهش چشمگیری در میزان رطوبت طی دورهٔ نگهداری در سردخانه را نشان نمی‌دهد که این می‌تواند به علت نبود نوسانات pH (نزدیک‌نشدن pH به pH ایزوالکتریک و در نتیجه نبود DRIFT و حفظ رطوبت در بافت ماهی)، نبود نوسانات دمایی و یکنواختی دما در سردخانه طی دورهٔ نگهداری باشد.

این تحقیق نشان داد که در اردک‌ماهی تالاب انزلی میزان خاکستر از ۱/۳۰±۰/۰۰ درصد در ماهی تازه به ۱/۳۷±۰/۰۱ درصد در پایان دورهٔ نگهداری رسیده است. میزان خاکستر تقریباً ۱/۵–۰/۵ درصد وزن قسمت خوراکی ماهی را شامل می‌شود. انجماد، با کاهش رطوبت در مادهٔ غذایی، غلظت مواد معدنی در بافت محصول را افزایش می‌دهد و در نتیجه خاکستر به درصد بالاتری می‌رسد (Jalili, 2008). میزان رطوبت و خاکستر به ترتیب در ماش‌ماهی[1] ۷۷/٦٤±۰/۳۵ و ۱/۰۱±۰/۰۱ درصد، در ماهی سیم[2] ۷۷/۳۷±۰/۲۷ و ۱/۰۰±۰/۰۱ درصد و در اردک‌ماهی ۸۰/۳۲±۰/۱٤ و ۰/۹۹±۰/۰۱ درصد است (Zmijewski *et al.*, 2006) که به نتایج رطوبت و خاکستر در اردک‌ماهی تالاب انزلی نزدیک است. میزان رطوبت و خاکستر به ترتیب در کپور معمولی ۷۹/۸ و ۱/۲ درصد، در کپور هندی ۷۲/۵ و ۱/٤ درصد و در کفال خاکستری[3] ۸۰/۵ و ۱/۸ درصد به دست آمد (Zmijewski *et al.*, 2006). میزان رطوبت و خاکستر در ماهی سفید دریای خزر به ترتیب ۷۵/۹±۰/۰۳ و ۲۸±۰/۰۲/ درصد به دست آمد (Jalili, 2008). میزان رطوبت و خاکستر در سه گونه خامه‌ماهی به ترتیب:

Channa micropeltes ۸۲/۱±۱/۱ و ±۰/۰۱ ۱ درصد، در Channel lucius ۸۰/۰۰±۵/٤ و ۱/۲±۰/۱۱ درصد و در Channa stiratus ۷۵/۹±٦/۷ و ۱/۲۹±۰/۰۱۳ درصد به دست آمد (Zuraini *et al.*, 2006) که این میزان رطوبت و خاکستر به نتایج این تحقیق نزدیک است. میزان رطوبت در ماهی تون آلباکور طی نگهداری در ۱۸– درجهٔ سانتی‌گراد از ۷۱/۵۱±۱/۰٦ درصد در زمان صفر به ٦۷/۱٤±۳/۹٤ درصد پس از ۱۲ ماه کاهش یافت (Begona *et al.*, 1999). میزان رطوبت در ماهی تیلاپیای منجمد[4] به مدت ٦۰ روز

1. Aspius aspius L.
2. Abramis brama
3. Mugil Cephalus
4. Sartherodun galiaenus

نگهداری در سردخانه از ۰/۱±٤/٤۷ درصد در ماهی تازه به ۰/۱۳±۳/۹۲ درصد در انتهای دورهٔ نگهداری رسید (Arranilewa *et al*., 2005). نتایج تحقیق‌های ارائه‌شده در بالا نتایج این بررسی را تأیید می‌کند.

میزان درصد چربی در نمونهٔ تازه ۰/۰۱±۲/۲۹ درصد بوده و در پایان دوره به ۰/۰۰±۰/۹۸ درصد رسیده است. اگرچه مقدار چربی در گونه‌های مختلف ماهی متغیر است، ولی تقریباً تمامی آنها در ساختمان لیپیدی خود اسیدهای چرب غیراشباعی دارند که در مجاورت هوا اکسیده می‌شود و تغییرات نامطلوب در چربی‌ها ایجاد می‌کند. به‌رغم این نظر که دمای زیر صفر سردخانه باید بتواند از تغییرات لیپیدها جلوگیری کند، در عمل دیده می‌شود که این تغییرات بروز می‌کنند و باعث کاهش کیفی محصول می‌شوند. یکی از مشکلات حاصل از اکسیداسیون چربی در فراورده‌های منجمد، علاوه بر تغییر در طعم محصول، تغییراتی است که در سیستم پروتئینی بافت ایجاد می‌شود که این تغییرات باعث کاهش کیفیت محصول می‌شود (Jalili, 2008). میزان پروتئین از ۰/۰۱±۱۹/۲ درصد در اردک‌ماهی تازهٔ تالاب انزلی به ۰/۰۳±۱۷/۱۹ درصد در پایان دورهٔ نگهداری کاهش پیدا می‌کند (Mackie, 1993). بررسی تأثیرات انجماد در پروتئین بیان می‌کند که دناتوره‌شدن پروتئین‌ها در اثر انجماد عامل اصلی تغییرات بافتی از قبیل سفت‌شدن و سخت‌شدن محصول است.

روی فاکتور چربی و پروتئین بافت عضلانی آبزیان تحقیقات وسیعی صورت گرفته است. میزان پروتئین در ماش‌ماهی ۰/۱۵±۱۸/۸۳ درصد و در ماهی سیم ۰/۲۸±۱۸/۰۰ درصد به دست آمده است (Zmijewski *et al*., 2006) که از پروتئین اردک‌ماهی تالاب انزلی با ۰/۰۱±۱۹/۲۱ درصد کمتر است. میزان پروتئین در کپور معمولی ۱۹/۳ درصد و در کفال خاکستری ۲۱/۸ درصد است (Celik *et al*., 2005) که از پروتئین اردک‌ماهی تالاب انزلی تازه بیشتر است. میزان پروتئین در ماهی کفال طلایی ۲۱/۸۱ درصد (Nokhbezare, 2000) و در ماهی سفید دریای خزر ۰/۰۲±۲۱/۸ درصد به دست آمد (Jalili, 2008). مقدار پروتئین در Channa Lucius ۱/۳±۱۹/۹ درصد است که از پروتئین اردک‌ماهی تالاب انزلی بیشتر است (Zuraini et al., 2006). میزان چربی در ماهی کفال طلایی ٦/۷۸ درصد (Nokhbezare, 2000) و در ماهی سفید دریای خزر (تازه) ۰/۰۱±٤/۱ درصد به دست آمد. مقدار چربی در ماش‌ماهی ۰/۲۹±۲/۵۲ درصد، در ماهی سیم ۰/۳٤±۳/٦۳ درصد است (Zmijewski *et al*., 2006). در نتیجه، ماهی سیم و ماش‌ماهی از اردک‌ماهی تالاب انزلی چرب‌ترند. ماهی سوف با چربی ۰/۱۲ درصد جزء ماهی‌های با چربی خیلی پایین طبقه‌بندی می‌شود (Celik *et al*., 2005) و اردک‌ماهی تالاب انزلی از آن چرب‌تر است. میزان چربی در کفال خاکستری ۰/۱۲ درصد است. میزان چربی در ۳ گونه تیلاپیا Oreochromis niloticus،O. macrochir و Tilapia rendalli ۱/٤ درصد است (Rasoarahona et al., 2005). که اردک‌ماهی تالاب انزلی از این ۳ گونه چرب‌تر است.

یکی دیگر از نتایج مربوط به تجزیهٔ ملکول‌های پروتئینی ایجاد مواد ازتهٔ فرار است که در این تحقیق و بررسی روی بافت عضلانی اردک‌ماهی تالاب انزلی میزان مواد ازتهٔ فرار در ماهی تازه از ۰/۰۲±٦/۲۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم به ۰/۰۰±۱٤/۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم در ماهی منجمد در پایان دوره رسید. طبق روش ارائه‌شده برای اندازه‌گیری مواد ازتهٔ فرار[1] هر گاه مقدار TVB-N از ۲۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم کمتر باشد ماهی تازه و درخور مصرف محسوب می‌شود و هر گاه این مقدار از ۳۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم تجاوز کند ماهی مانده تلقی می‌شود (Parvaneh, 2006). با توجه به مطالب فوق اردک‌ماهی تالاب انزلی در این تحقیق و بررسی تا پایان دورهٔ ۱۲۰ روزه در حد ماهی تازه تلقی می‌شد و از این نظر مشکلی نداشت. در ماهی کیلکای معمولی میزان TVB-N در ماهی تازه ۱۱/۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم و پس از ٤ ماه نگهداری در ۱۸- درجهٔ سانتی‌گراد به ۱۷/۷۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم رسید (Motalebi *et al*., 2010).

1. TVB-N

میزان پراکسید در ماهی تازه ۰/۰۰±۰/۱۸ میلی اکی‌والان بر کیلوگرم و در پایان ماه چهارم به حداکثر مقدار خود یعنی ۰/۰۰±۱/٤٤ میلی اکی‌والان بر کیلوگرم رسید. ماهی‌ای تازه تلقی می‌شود که عدد پراکسید آن از ۵ کمتر باشد و طبق روش (Lee) هر گاه عدد پراکسید بین ۱۰ و ۲۰ باشد بو و طعم نامطبوع به‌تدریج در روغن ظاهر می‌شود و بالاتر از این اعداد معمولاً روغن یا مادهٔ چرب مصرف‌شدنی نیست (Parvaneh, 2006). میزان پراکسید در ماهی ساردین از ٤/۱۲ meq/Kg در ماهی تازه به ۱۸/meq/Kg٦۳ پس از ۱۵۰ روز نگهداری در۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد افزایش یافت (Verma *et al*., 1995).

در ماهی سوف، اسید پالمیتیک با ۰/۱۵±۱۹/٦ درصد در بین اسیدهای چرب اشباع بالاترین مقدار را داراست (Celik *et al*., 2005). در سیم‌دریایی پرورشی و وحشی[1] اسید پالمیتیک با ۱۸/۵۷ و ۱۹/۳۹ درصد بالاترین میزان را در اسیدهای چرب اشباع داراست (Mnari *et al*., 2007). Ozogul در سال ۲۰۰۷ میزان اسید چرب پالمیتیک را در کفال خاکستری ۰/۳۳±۲۱/۵ درصد و در ساردین[2] ۰/۰۲±۲۰/۵ درصد تعیین کرد که نتایج این تحقیق را تأیید می‌کند. اسیدهای چرب غیراشباع با یک باند دوگانه یا مونوئن در بافت عضلانی اردک‌ماهی تالاب انزلی ۲۲/٦۱ درصد به دست آمد. میزان MUFA در بافت ماهی سفید دریای خزر ۳۷/۸۳ درصد به دست آمده است (Ozogul. 2008). Jalili و همکاران در سال ۲۰۰۷ میزان MUFA در ماهی کفال خاکستری را ۲۵/۸ درصد گزارش کردند. فراوان‌ترین اسید چرب در گروه MUFA در اردک‌ماهی تالاب انزلی مربوط به اسید اولئیک ۱: ۱۸C با ۱٤/٤٤ درصد بوده است. میزان PUFA در بافت عضلانی اردک‌ماهی تالاب انزلی (تازه) ۵۱/۱٤ درصد به دست آمد که نسبت به ماهی سفید ۳٦/۱۱ درصد و ماهی سوف ۲۰/۸ درصد بیشتر است (Celik et al., 2005). در سیم‌دریایی پرورشی این مقدار ۳۵/٦ درصد است (Mnari, et al., 2007). علت آن می‌تواند به نوع تغذیهٔ پرورش‌دهنده مربوط باشد. Ozogul در سال ۲۰۰۷ میزان PUFA در کفال خاکستری را ۲٤/۸ درصد گزارش کرد که نشان‌دهندهٔ پایین‌تربودن PUFA در این ماهی‌ها نسبت به اردک‌ماهی تالاب انزلی است. در بین اسیدهای چرب PUFA بالاترین میزان به اسید دوکوزاهگزانوئیک ٦ : ۲۲C با ۲۱/۲۱ درصد و کمترین مقدار مربوط به اسید الائوستریک ۳: ۲۰C با ۰/۰۸ درصد مربوط است. میزان اسید دوکوزاهگزانوئیک ٦ : ۲۲C در خامه‌ماهی ۱۵/۱۸ درصد است (Zuraini et al., 2006). میزان اسید دوکوزاهگزانوئیک در کفال خاکستری ۷/٦۹ درصد و ساردین ۱۳/۳ درصد به دست آمد (Ozogul and Ozogul, 2007) که در اردک‌ماهی تالاب انزلی دوکوزاهگزانوئیک ۲۲/۲۱ درصد بوده است.

مقدار اسیدهای چرب n- ۳ در بافت عضلانی اردک‌ماهی تالاب انزلی (تازه) ۳۳/٤۹ درصد از کل اسیدهای چرب است که از مجموع اسیدهای چرب n-٦ با ۱۷/۸۵ درصد، بیشتر است. Wang همکاران (۱۹۹۰) بیان کردند که ماهی‌های آب شیرین از نظر درصد اسیدهای چرب n-٦ و ماهی‌های دریایی از نظر اسیدهای چرب n-۳، و به ویژه اسید دوکوزاهگزانوئیک، غنی‌اند؛ تحقیق حاضر این مطلب را تأیید می‌کند که در اردک‌ماهی تالاب انزلی بیشترین اسید چرب غیراشباع به اسید دوکوزاهگزانوئیک به میزان ۲۱/۲۱ درصد تعلق دارد و در ماهی تازه هم میزان n-۳ ۳۳/٤۹ درصد و n-٦ ۱۷/۸۵ درصد ارزیابی شد. در سیم‌دریایی مقدار اسید چرب n-۳ ، ۲۲/۸٦ درصد است در حالی که، میزان n-٦ آن چیزی در حدود ۸/۳٤ درصد است (Mnari et al., 2007).

در بررسی تغییرات اسیدهای چرب در دورهٔ انجماد، پس از حدود ٤ ماه، به علت تغییر در زنجیره‌های اسیدهای چرب در مقدار اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع تغییراتی ایجاد شد. به طوری که، پس از پایان نگهداری در ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد، کمترین تغییرات در اسیدهای چرب مربوط به اسید استئاریک ۰ : ۱۸C بود.

1. Sparus aurita
2. Sardinella aurita

این اسید چرب طی مدت نگهداری در مقابل تغییرات از خود مقاومت نشان داد. طی دورهٔ نگهداری، اسیدهای چرب پالمیتیک ۰ : ۱٦C، اسید دوکوزاهگزانوئیک و اسید اولئیک بیشترین تغییرات را داشتند. پس از ٤ ماه، میزان اسید استئاریک از ۰/۰۳±۳/۱۹ درصد به ۰/۰۸±۳/۲۲ درصد رسید در حالی که، اسید پالمیتیک از ۰/۰۸±۱۲/۸۹ درصد به ۰/۰۱±۱٦/٦۳ درصد رسیده بود و اسید اولئیک از ۰/۰٦±۱٤/٤٤ درصد به ۰/۰٦±۲۰/۰۸ درصد و در نهایت، اسید دوکوزاهگزانوئیک از ۰/۰۱±۲۱/۲۱ درصد به ۰/۰۵±۱۰/۹٦ درصد رسیده بود. از میان اسیدهای چرب، اسید دوکوزاهگزانوئیک در نمونهٔ تازه رتبهٔ اول را بین اسیدهای چرب به خود اختصاص داده بود و طی دورهٔ نگهداری به صورت انجماد کاهش یافت و از ۲۱/۲۱ درصد در نمونهٔ تازه به ۱۰/۹٦ درصد در پایان دوره رسید. علت این است که این اسید چرب غیراشباع جزء اسیدهای چرب حاوی ۲۲ اتم کربن و ٦ پیوند دوگانه است و این تعداد پیوند دوگانه سبب می‌شود تا طی دورهٔ انجماد، بیشتر در معرض شکستن و تبدیل باشد به همین علت تغییرات زیادی در آن مشاهده می‌شود (Jalili, 2008). شکست زنجیره‌های اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه، طی دورهٔ انجماد، باعث افزایش ترکیب‌های تک پیوندی و یا بدون پیوند دوگانه می‌شود. این نتایج با تحقیقات Zurani و همکاران ،(2006) Ozogul و همکاران (2007) و Mnari و همکاران (2007) هم‌خوانی دارد.

References

[1]. Arannilewa, S.T., Salawu, S.O., Sorangbe, A., Ola-Salawu, B.B., 2005. Effect of frozen period on the chemical, microbiological and sensory quality of frozen tilapia fish (Sarotherodum galiaenus). African Journal of Biotechnology 4, 852-855.

[2]. Begona, B.G., Juan, M.V., Bptista, D.S., Tomas, G.V., Jorge, B., 1999. Chemical changes and visual appearance of albacore tuna as related to frozen storage. Journal of Food Science 64, 20-24.

[3]. Bligh, E.G., Dyer, W.J., 1959. Rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology 37, 911-917.

[4]. Celik, M., Diler, A., Kucukgulmez, A., 2005. A comparison of the proximate composition and fatty acid profiles of zander (Sander lucioperca) from two different region and climatic condition. Food Chemistry 92, 637-641.

[5]. FAO, 1989. Yield and nutritional value of commercially more important fish species.Rome, FAO. 187 p.

[6]. Huet, M., 1986. Text book of fish cultured, breeding of cultivation of fish. New York, USA. 184 p.

[7]. Jalili, S., 2008. Influence of cold storage time on the protein changes and fatty acids deterioration of (rutilus frisi kutum) during frozen storage. PhD thesis. Islamiz Azad University of Tehran, Science and Research Branch, Tehran, Iran. 144 p.

[8]. Karami, B., 2007. Determination of nutrient value and heavy metals (Hg, Pb, Zn, Cu) in muscle, ovary and liver Esox Lucius in Anzaly lagoon. M.Sc thesis. Islamic Azad University of Tehran, North Tehran Branch.

[9]. Kinsella, J.E., Shimp, J.L., Mai, J., 1978. The proximate and lipid composition of several species of freshwater fishes. NewYork›s Food and Life Science Bulletin 69, 3-21.

[10]. Luthria, D.L., 2004. Oil Extraction and Analysis. The American Oil Chemists Society, 274 p.

[11]. Mackie, I., 1993. The effect of freezing on proteins. Food Receive International 9, 575-610.

[12]. Mnari, A., Bouhle, I., Chraief, I., Hammami, M., Romdhane, M.S., Elcafsi, M., Chaouch, A., 2007. Fatty acid in muscle and liver of Tunisian wild and farmed gilthead sea bream Sparus aurata. Food Chemistry 100, 1393-1397.

[13]. Motalebi, A.A., Hasanzati Rostami, A., Khanipour, A.A., Soltani, M., 2010. Impact of whey protein coating on chemical and microbial factors of gutted kilka during frozen storage. Iranian Journal of Fisheries Sciences 9, 255-264

[14]. Moyle, P.B., Cech, J.C., 1988. Fishes an introduction to ichthyology perntic. Pearson Prentice Hall, University of California 100, 1393-1397.

[15]. Nettleton, J.A., 2000. Fatty acid in cultivated and wild fish. Proceeding of 10th International Institue of Fisheries Economic and Trade Conference, Corvallis, Oregon, USA 529-531.

[16]. Nokhbehzare, D., 2000. Determination of shelf life of mugil auratus in refrigerator. M.Sc thesis. Islamic Azad University of Tehran, Northe Tehran Branch, 121 P.

[17]. Ozogul, Y., Ozogul, F., 2007. Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black seas. Food Chemistry 100, 1636-1638.
[18]. Parvaneh, V., 2006. Quality control and the chemical analysis of food. Tehran University, Tehran, 332 p.
[19]. Pearson, D., 1973. Labrotary techniques in food analysis. University of Michigan, 315 p.
[20]. Rasoarahona, J.R.E., Barnathan, G., Bianchini, J.P., Gaydou, E.M., 2005. Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three Tilapia species (Oreochroms niloticus, O. macrochir and Tilapia rendalli) from Madagascar. Food Chemistry 91, 683-694.
[21]. Redger, R.W.A., Westlake, S., 1991. Fish facts an illustrated guide to commercial species. Van Nostrand Reinold, New York. 175 p.
[22]. Verma, J.K., Srikar, L.N., Sudhakara, N.S., Sarma, J., 1995. Effects of frozen storage on lipid freshness parameters and some functional properties of oil sardine (Sardinella longiceps) mince. Food Research International 28, 87-90.
[23]. Wang, Y.J., Miller, L.A., Perren, M., Addis, P.B., 1990. Omega-3 fatty acid in Lake Superior fish. Journal of Food Science 55, 71-73.
[24]. Zmijewski, T., Kujawa, R., Jankowska, B., Kwiatkoska, A., Mamcarz, A., 2006. Slaughter yield, proximate and fatty acid composition and sensory of rapfen (Aspius aspius), with tissue of bream (Abramis brama L), and pike (Esox lucius L) . Journal of Food Composition and Analysis 19, 176-181.
[25]. Zuraini, A., Somchit, M.N., Solihan, M.H., Goh, Y.M., Arifan, A.K., Zakaria, M.S., Somchit, N., Rajian, M.A., Zakaria, Z.A., Mat Jais, A.M., 2006. Fatty acid and amino acid composition of three local Malaysian channa spp. fish. Food Chemistry 97, 674-678.