بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد هفتم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۷
http://japu.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/japu.2018.13329.1368

اثرات مرگ ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*) در تور گوشگیر بر کیفیت و ماندگاری آن در یخچال

زهره امینی خواهان[۱]، *سعید گرگین[۲]، بهاره شعبان‌پور[۳] و محسن یحیائی[۴]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان،
[۲]استادیار گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان،
[۳]استاد گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، [۴]اداره کل شیلات گلستان، گرگان
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/٤/۱٦؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٦/٦/۲۰

چکیده

در این مطالعه، اثرات مرگ ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*) در تور گوشگیر بر کیفیت و ماندگاری آن در یخچال بررسی شد. این پژوهش با تعیین دو تیمار ماهی زنده صید شده (خفگی در هوا) و تیمار ماهی مرده صید شده (مرگ در آب) توسط تور گوشگیر در ۳۰ قطعه ماهی صورت گرفت. بررسی تغییرات شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی ماهیان شامل رطوبت کل، ظرفیت نگه‌داری آب (WHC)، pH، اندیس تیوباربیتوریک اسید (TBA)، مجموع بازهای ازته فرار (TVB-N) و میزان اسیدهای چرب آزاد (FFA)، همچنین آزمون میکروبی جمعیت باکتریایی کل (TVC) و سرمادوست (PTC) در طول یک دوره ۱۲ روزه نگه‌داری در یخچال (۱±٤ درجه سانتی‌گراد) انجام شد. نتایج نشان داد مقادیر WHC، pH، TVB-N، FFA، TBA و TVC دارای اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بین دو تیمار بوده که جز در میزان pH، در سایر پارامترها در تیمار ماهی مرده صید شده با تفاوت معنی‌دار بیشتر از ماهی زنده صید شده بود و تنها میزان رطوبت و باکتری‌های سرمادوست فاقد تفاوت معنی‌دار بین دو تیمار بودند. قابلیت پذیرش نسبی ماهی زنده صید شده تا روز دوازدهم حفظ شد، اما در ماهی مرده صید شده به لحاظ فاکتور TVB-N در روز ششم و TVC در روز دوازدهم غیرقابل مصرف ارزیابی شد. وجود تفاوت معنی‌دار بین دو تیمار در اغلب پارامترهای فوق می‌تواند مؤید گسترش فعالیت اتولیتیکی، تغییرات سیستم‌های پروتئینی و پیشرفت فساد بیشتر در ماهی مرده صید شده باشد.

واژه‌های کلیدی: ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*)، کیفیت، مرگ ماهی، تور گوشگیر

مقدمه

ماهی سفید دریای خزر یکی از مهم‌ترین ماهیان تجاری در حوزه دریای خزر است (صالحی، ۲۰۰۳) که به‌دلیل ارزش اقتصادی بالای این‌گونه، علاوه‌بر استفاده از روش صید پره، به‌صورت غیرقانونی توسط دام‌های گوشگیر ثابت دریایی نیز صید می‌شوند. از آنجائی‌که در روش گوشگیر زمان صید نسبتاً طولانی (حتی تا چند روز) است، احتمال مرگ تعداد زیادی از ماهیان گرفتار شده در تور، هنگام استقرار در آب

*مسئول مکاتبه: sgorgin@gau.ac.ir

وجود دارد که علی‌رغم ممنوعیت فروش ماهیان "مرده صید شده" در اغلب کشورها، متأسفانه این ماهیان به‌دلیل عدم توانایی تشخیص مصرف‌کنندگان، توسط برخی صیادان به فروش می‌رسند (اسایسن و همکاران، ۲۰۱۳). این در حالی است که تاکنون پژوهشی در خصوص تغییرات کیفی ناشی از اثرات مرگ ماهی در تور مستقر درون آب صورت نگرفته و در مطالعات صورت‌گرفته داخلی و خارجی، تنها به بیان بخشی از خصوصیات مرتبط با استرس (سیگلت و همکاران، ۱۹۹۷؛ اسکومال، ۲۰۰۶؛ فریک و همکاران، ۲۰۱۰)، کیفیت ماهی سفید در طول مدت ماندگاری در روش‌های مختلف نگه‌داری از جمله در یخچال و یا مقایسه روش‌های مختلف صید (خرمگاهو رضایی، ۲۰۱۲؛ مرادی نسب و همکاران، ۲۰۱۲؛ اسایسن و همکاران، ۲۰۱۳؛ رئوفی و همکاران، ۲۰۱٤) پرداخته شده است. لذا هدف از این تحقیق، مقایسه کیفی بین "ماهی مرده صید شده" که مصرف آن به لحاظ شرعی نیز حرام است، با "ماهی زنده صید شده" در تور گوشگیر و بررسی اثرات مرگ بر میزان ماندگاری در ماهی سفید دریای خزر است.

مواد و روش‌ها

تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها: به‌این منظور تعداد ۳۰ قطعه ماهی سفید دریای خزر زنده از جنس نر برای ایجاد یکنواختی بیشتر در ترکیبات شیمیایی و شرایط فیزیولوژیکی با وزن متوسط ۲۲۳±۷٦۰ گرم، در فصل زمستان ۹۳ از صیدگاه خواجه نفس شهرستان بندرترکمن تهیه شده و به‌منظور تطابق با محیط به‌مدت ۳ هفته در حوضچه‌های ونیرو مرکز تکثیر کلمه سیجوال همان شهر با رعایت جریان آب کافی و اکسیژن‌دهی مناسب نگه‌داری گردید. سپس با آماده‌سازی مقدمات لازم، از جمله تهیه تور مونوفیلامنت گوشگیر و تعبیه آن، و انتقال ماهیان به این حوضچه‌ها، شبیه‌سازی شرایط صید ماهی سفید دریای خزر در تور گوشگیر با حفظ جریان آب ورودی صورت گرفت (ارزینی و همکاران، ۱۹۹۷). در هر مرحله با کنترل مداوم، ماهی‌های مرده درون تور علامتگذاری و به‌مدت ۲ ساعت در همان شرایط قرار گرفته و به وسیله ترازو با دقت ده هزارم توزین شدند. همچنین ماهی‌های صید شده به‌صورت زنده نیز پس از خروج تور از آب و مرگ در اثر خفگی در هوا علامتگذاری و توزین شدند. مدت مرگ ماهیان در تور متغیر و بین ۲ تا ۸ ساعت متفاوت بود. هر دو گروه از ماهیان، پس از طی مراحل مذکور بلافاصله در جعبه‌های یونولیتی عایق حاوی یخ قرار گرفته و به آزمایشگاه فرآوری محصولات شیلاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شدند.

نمونه‌ها به‌مدت ۱۲ روز در یخچال بصورت کامل و در سینی‌های فلزی پوشیده‌شده با کیسه پلاستیکی نگه‌داری شده و در روزهای آزمایش (صفر، ۳، ٦، ۹ و ۱۲ روز) پس از شستشو با آب، فلس‌کنی، تخلیه شکمی، استخوان‌گیری و تهیه فیله صورت گرفت و کلیه آزمایشات در دو تیمار، از عضله بدون پوست ناحیه زیر باله پشتی تا محل خط جانبی، با سه تکرار انجام شد.

آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی

اندازه‌گیری رطوبت کل: با قراردادن ۵ گرم نمونه در دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد آون (Binder, Germany)، تا رسیدن به وزن ثابت (پروانه، ۲۰۰۷).

ظرفیت نگه‌داری آب (WHC[1]): با قراردادن لوله پلاستیکی حاوی ۵ گرم نمونه پیچیده شده در دو کاغذ صافی در دستگاه سانتریفوژ یخچال‌دار (Eppendorf centrifuge 5810R) با تنظیم ۳۰۰۰

1- Water Holding Capacity

دور در دقیقه و مدت زمان ۱۵ دقیقه، در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد (هیمونیدس و همکاران، ۱۹۹۹) و توزین مجدد نمونه و انجام محاسبات صورت پذیرفت.

اندازه‌گیری pH: محلول هموژن شده از ۵ گرم نمونه و ٤٥ میلی‌لیتر آب مقطر تهیه و با قراردادن الکترودهای دستگاه پی اچ‌سنج (Crison, England) قرائت گردید (هرناندز و همکاران، ۲۰۰۹).

مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N[1]): برای بررسی میزان فساد،از روش کجدال (پروانه، ۲۰۰۷)

اسیدهای چرب آزاد (FFA[2]): جهت تعیین میزان اکسیداسیون چربی طی دو مرحله، با تعیین میزان چربی نمونه و سپس گزارش FFA برحسب درصد اولئیک اسید صورت پذیرفت.

شاخص تیوباربیتوریک اسید (TBA[3]): به روش رنگ‌سنجی توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (s12, Biochrom, libra England) با طول موج ۵۳۸ نانومتر در مقابل محلول شاهد قرائت و محاسبه شد (اگان و همکاران، ۱۹۹۷).

آزمون‌های میکروبی (کل و سرمادوست): برای آزمایشات میکروبی ۱۰ گرم از نمونه بخش درونی فیله ماهی در ۹۰cc محلول ۰/۸۵ درصد NaCl مخلوط و هموژن شد. پس از ساخت محیط کشت و تهیه غلظت‌های موردنیاز از باکتری، ۱cc از هر غلظت برای کشت باکتری‌ها به روش پور پلیت (سطحی) در محیط کشت پلیت کانت آگار (PCA)[4] قرار گرفت. نمونه‌های کشت داده شده در انکوباتور (Binder 7200, Germany) ۳۷ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤٨ ساعت برای شمارش جمعیت کل باکتری‌ها (TVC[5]) و در انکوباتور ۷ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۰ روز برای شناسایی باکتری‌های سرماگرا (PTC[6]) قرار گرفتند و پس از طی مدت انکوباسیون کلونی‌ها شمارش شدند (بن گیگری و همکاران، ۱۹۹۸).

آنالیز آماری: در تجزیه و تحلیل داده‌ها، جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده گردید. پس از حصول اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، جهت بررسی اثر تیمار در دو سطح (ورود ماهی صیده شده به دو صورت زنده و مرده برداشت شده از تور به داخل یخچال) و زمان در ۵ سطح شامل زمان صفر، ۳، ٦، ۹ و ۱۲ روز پس از صید از آزمون آنالیز واریانس دوطرفه استفاده گردید. این آزمایش با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در قالب اسپلیت پلات در زمان و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح اطمینان ۵ درصد به وسیله برنامه نرم‌افزاری SPSS نسخه ١٦ انجام گرفت.

نتایج

تغییرات مقادیر رطوبت کل: میزان رطوبت کل در تیمار ماهی زنده صید شده از ۷۸/۳۷ درصد در زمان صفر تا ۷۹/٦۰ درصد در روز ششم افزایش و در روز دوازدهم به میزان ۷۹/۹۹ درصد رسید. در تیمار ماهی مرده صید شده نیز از مقدار ۸۰/۱٤ درصد در زمان صفر نگه‌داری، تا ۷۹/۱٤ درصد در روز دوازدهم در نوسان بود. براساس جدول تجزیه واریانس، اثر زمان بر تیمارها معنی‌دار نبوده و به‌طور کلی بین تیمارها نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0/05$) (جدول ۱).

تغییرات مقادیر ظرفیت نگه‌داری آب (WHC): میزان WHC با گذشت زمان دارای روند نوسانی کاهشی و سپس افزایشی بود. به‌طوری‌که در تیمار ماهی زنده صید شده از ۷۲/۰۱ در زمان صفر با روند

1- Total Volatile Basic Nitrogen
2- Free Fatty Acid
3- Thiobarbituric Acid
4- Plate Count Agar
5- Total Viable Count
6- Psychrotrophic Count

نزولی تا روز نهم به مقدار ٦٧/١٨ درصد کاهش و در روز دوازدهم به میزان ٦٨/٧٧ درصد افزایش یافت (P<٠/٠٥). همچنین در تیمار ماهی مرده صید شده نیز از مقدار٦٩/٦٠ درصد در زمان صفر نگه‌داری، تا روز ششم به میزان ٦٥/٦٦ درصد کاهش و در روز دوازدهم به مقدار ٧٣/٥٩ درصد رسید (P<٠/٠٥). براساس آنالیز نتایج، اثر زمان بر تیمارها معنی‌دار بوده و بین تیمارها نیز تفاوت معنی‌داری (P<٠/٠٥) مشاهده شد (جدول ١).

تغییرات مقادیر pH: میزان pH نیز با گذشت زمان دارای نوسان بود و در تیمار ماهی زنده صید شده در زمان صفر به مقدار ٦/٦٥ و در روز دوازدهم به میزان ٦/٦٩ بود. همچنین در تیمار ماهی مرده صید شده از مقدار ٦/٥٤ در زمان صفر نگه‌داری، تا روز دوازدهم با مقدار ٦/٦١ در نوسان بود. براساس آنالیز داده‌ها، اثر زمان بر تیمارها معنی‌دار (P<٠/٠٥) بوده و به‌طور کلی بین تیمارها نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ١).

جدول ١- تغییرات مقادیر رطوبت کل، ظرفیت نگه‌داری آب و pH در ماهیان سفید دریای خزر زنده صید شده و مرده صید شده طی ١٢ روز نگه‌داری در یخچال

	رطوبت کل (درصد)		ظرفیت نگه‌داری آب (درصد)		pH	
روز/ تیمار	زنده	مرده	زنده	مرده	زنده	مرده
٠	٧٨/٣٧±٠/٨٠^{A}	٨٠/١٤±٠/٨٠^{A}	٧٢/٠١±٠/٦٢^{Aab}	٦٩/٦٠±١/٤٥^{Abcd}	٦/٦٥±٠/٠٤^{Acd}	٦/٥٤±٠/٠٤^{Aef}
٣	٧٨/٣٥±٠/٨٨^{A}	٧٨/٩١±٠/٨٨^{A}	٧٠/٣٢±٠/٩٩^{Abc}	٦٧/١٤±١/٢٣^{Bdef}	٦/٥٤±٠/٠١^{Aef}	٦/٥٧±٠/٠١^{Adef}
٦	٧٩/٦٠±٠/٦٤^{A}	٧٧/٩١±٠/٦٤^{A}	٧٠/٦٢±٠/٨٨^{Abc}	٦٥/٦٦±١/٢٨^{Bf}	٦/٩٥±٠١^{Aa}	٦/٥٣±٠/٠١^{Bf}
٩	٧٩/٤٢±٠/٩٠^{A}	٧٩/٥٨±٠/٩٠^{A}	٦٧/١٨±٢/٨٢^{Adef}	٦٦/٧٤±١/٤٣^{Aef}	٦/٦٣±٠/٠٤^{Acde}	٦/٧٧±٠/٠٤^{Ab}
١٢	٧٩/٩٩±٠/٥٧^{A}	٧٩/١٤±٠/٥٧^{A}	٦٨/٧٧±١/٠٠^{Bcde}	٧٣/٥٩±١/١٦^{Aa}	٦/٦٩±٠/٠١^{Abc}	٦/٦١±٠/٠١^{Bcdef}

اعداد شامل میانگین ± انحراف معیار و (n=٣) می‌باشد.

حروف کوچک (a-g) متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح (P<٠/٠٥) در زمان‌های مختلف نگه‌داری می‌باشد.

حروف بزرگ (A-B) متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح (P<٠/٠٥) بین تیمارهای زنده صید شده و مرده صید شده می‌باشد.

تغییرات مقادیر بازهای ازته فرار (TVB-N): میزان TVB-N با گذشت زمان نگه‌داری در هر دو تیمار افزایش یافته و در تیمار ماهی زنده از میزان ٢٠/٥٣ میلی‌گرم نیتروژن در ١٠٠ گرم گوشت در زمان صفر تا مقدار ٣٦/٤٠ میلی‌گرم نیتروژن در ١٠٠ گرم گوشت در روز دوازدهم رسید (P<٠/٠٥). همچنین در تیمار ماهی مرده صید شده نیز از مقدار ٢١/٠٠ میلی‌گرم نیتروژن در ١٠٠ گرم گوشت در روز نخست تا مقدار ٥١/٨٠ میلی‌گرم نیتروژن در ١٠٠ گرم گوشت در پایان دوره نگه‌داری افزایش یافت (P<٠/٠٥). براساس نتایج، اثر زمان بر تیمارها و نیز اثرات متقابل بین تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار (P<٠/٠٥) ارزیابی شد (جدول ٢).

تغییرات مقادیر اسیدهای چرب آزاد: میزان FFA با گذشت زمان نگه‌داری در هر دو تیمار افزایش یافته و در تیمار ماهی زنده صید شده از ٤/١٧ درصد اولئیک‌اسید در زمان صفر، تا میزان ٦/٥٨ درصد اولئیک‌اسید در روز دوازدهم رسید (P<٠/٠٥). در تیمار ماهی مرده صید شده نیز به مقدار ٤/٠١ درصد اولئیک‌اسید در زمان صفر نگه‌داری برآورد و در روز دوازدهم به میزان ٨/٤٥ درصد اولئیک‌اسید رسید (P<٠/٠٥). براساس نتایج، اثر زمان بر تیمارها

معنی‌دار بوده و بین تیمارها نیز اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) مشاهده شد (جدول ۲).

تغییرات مقادیر تیوباربیتوریک‌اسید: میزان TBA با گذشت زمان نگه‌داری در هر دو تیمار افزایش یافت. در تیمار ماهی زنده صید شده از ۰/۰۰۸ در زمان صفر، به مقدار ۰/۱۸٦ میلی‌گرم مالون‌آلدئید در کیلوگرم نمونه در روز دوازدهم رسید (P<۰/۰۵) و در تیمار ماهی مرده صید شده نیز از مقدار ۰/۰۱۰ در زمان صفر نگه‌داری تا مقدار ۰/۳۹۸ میلی‌گرم مالون‌آلدئید در کیلوگرم نمونه در روز دوازدهم افزایش یافت (P<۰/۰۵). براساس نتایج، اثر زمان بر تیمارها معنی‌دار بوده و بین تیمارها نیز اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) مشاهده شد (جدول ۲).

لازم به ذکر است که به‌دلیل احتمال خطای بیشتر در نتایج آزمون PV با توجه به شرایط آزمایش و آزمایشگاه، تعدد آزمایشات و زمانبر بودن این آزمون انجام نگرفت و آزمون TBA به‌عنوان گزینه مناسب تر مطرح و تأیید گردید.

جدول ۲- تغییرات مقادیر TVB-N، FFA، TBA در ماهیان سفید دریای خزر زنده صید شده و مرده صید شده طی ۱۲ روز نگه‌داری در یخچال

	TVB-N (میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه)		FFA (درصد اولئیک‌اسید)		TBA (میلی‌گرم مالون‌آلدئید در کیلوگرم نمونه)	
روز/تیمار	زنده	مرده	زنده	مرده	زنده	مرده
۰	۲۰/۵۳±۱/٦۵^{Ad}	۲۱/۰۰±۱/٦۵^{Ad}	٤/۱۷±۰/۳۲^{Ag}	٤/۰۱±۰/۳۲^{Ag}	۰/۰۰۸±۰/۰۰۱^{Ae}	۰/۰۱۰±۰/۰۰۲^{Ae}
۳	۲۱/٤٦±۱/۰٤^{Ad}	۲۲/٤۰±۱/۰٤^{Ad}	٤/٦۹±۰/۲۸^{Afg}	۵/۷۰±۰/۲۸^{Adef}	۰/۰۲۵±۰/۰۱۲^{Ade}	۰/۰۷۰±۰/۰۳۹^{Ad}
٦	۳۱/۷۳±۰/۹۳^{Bc}	۳٦/۸٦±۰/۹۳^{Abc}	۵/۳۸±۰/۳٦^{Bef}	٦/۹۵±۰/۳٦^{Abc}	۰/۰۵۸±۰/۰۱۷^{Bde}	۰/۱٦۵±۰/۰۳۵^{Ac}
۹	۳۳/٦۰±۲/۳۱^{Abc}	۳۷/۳۳±۲/۳۱^{Ab}	۵/۹۵±۰/۳۲^{Bcde}	۷/٤۵±۰/۳۲^{Aab}	۰/۱٤۵±۰/۰۲۸^{Bc}	۰/۲٦۰±۰/۰۱٤^{Ab}
۱۲	۳٦/٤۰±۱/۸۰^{Bbc}	۵۱/۸۰±۱/۸۰^{Aa}	٦/۵۸±۰/٤۵^{Bbcd}	۸/٤۵±۰/٤۵^{Aa}	۰/۱۸٦±۰/۰۳۲^{Bc}	۰/۳۹۸±۰/۰۷۰^{Aa}

اعداد شامل میانگین ± انحراف معیار و (n=۳) می‌باشد.

حروف کوچک (a-g) متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح (P<۰/۰۵) در زمان‌های مختلف نگه‌داری می‌باشد.

حروف بزرگ (A-B) متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح (P<۰/۰۵) بین تیمارهای زنده صید شده و مرده صید شده می‌باشد.

آزمون میکروبی: میزان جمعیت باکتریایی کل با گذشت زمان نگه‌داری در هر دو تیمار افزایش یافته و در تیمار ماهی زنده صید شده از ۳/۳۳ Log cfu/g در زمان صفر تا میزان ۵/۲۰ Log cfu/g روز دوازدهم رسید (P<۰/۰۵). در تیمار ماهی مرده صید شده نیز مقدار ۳/۵۰ Log cfu/g در زمان صفر نگه‌داری برآورد شده و تا روز دوازدهم تا مقدار ٦/٤۱ Log cfu/g افزایش یافت (P<۰/۰۵). بر اساس نتایج، اثر زمان بر تیمارها معنی‌دار بوده و بین تیمارها نیز اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۳).

میزان جمعیت باکتریایی سرمادوست نیز با گذشت زمان نگه‌داری در هر دو تیمار افزایش یافت. در تیمار ماهی زنده صید شده از میزان ۳/۱٤ Log cfu/g در زمان صفر تا میزان ٤/۹۲ Log cfu/g در روز دوازدهم رسید (P<۰/۰۵). همچنین در تیمار ماهی مرده صید شده از مقدار ۳/۳۲ Log cfu/g در زمان صفر نگه‌داری برآورد شده، و در روز دوازدهم به میزان ۵/۰۷ Log cfu/g رسید (P<۰/۰۵). بر همین اساس، اثر زمان بر تیمارها معنی‌دار بوده (P<۰/۰۵)، اما به‌طور کلی بین تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (P>۰/۰۵) (جدول ۳).

جدول ۳- تغییرات مقادیر بار باکتریایی کل و سرمادوست در ماهیان سفید دریای خزر زنده صید شده و مرده صید شده طی ۱۲ روز نگه‌داری در یخچال

	جمعیت باکتریایی کل (Log cfu/g)		جمعیت باکتریایی سرمادوست (Log cfu/g)	
روز/ تیمار	زنده	مرده	زنده	مرده
۰	۳/۳۳±۰/۰۳^{Ae}	۳/۵۰±۰/۱۲^{Ae}	۳/۱٤±۰/۱۵^{Af}	۳/۳۲±۰/۱۰^{Aef}
۳	۳/۳۳±۰/۰۸^{Ae}	۳/۵٤±۰/۱۵^{Ae}	۳/۳۸±۰/۱۱^{Aef}	۳/٦۱±۰/۱۱^{Ae}
٦	۳/۸٦±۰/۲۱^{Bd}	٤/٤۱±۰/۱۰^{Ac}	٤/۰۱±۰/۳٤^{Ad}	٤/٤٦±۰/٤۱^{Ac}
۹	٤/۲۸±۰/۱۵^{Ac}	٤/٤۵±۰/۰۷^{Ac}	٤/٤۳±۰/۰۲^{Ac}	٤/۵۸±۰/۱۱^{Abc}
۱۲	۵/۲۰±۰/۲۹^{Bb}	٦/٤۱±۰/۱۲^{Aa}	٤/۹۲±۰/۱۳^{Aab}	۵/۰۷±۰/۲۳^{Aa}

اعداد شامل میانگین ± انحراف معیار و (n=۳) می‌باشد.

حروف کوچک (a-g) متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح (P<۰/۰۵) در زمان‌های مختلف نگه‌داری می‌باشد.

حروف بزرگ (A-B) متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح (P<۰/۰۵) بین تیمارهای زنده صید شده و مرده صید شده می‌باشد.

بحث

کیفیت گوشت ماهی و فرآورده‌های دریایی، بازتابی از وضعیت میکروبی، فیزیکی و شیمیایی اولیه نظیر گونه و ترکیب شیمیایی آن‌ها و روش‌های صید، بسته به میزان استرس، زمان برداشت، حمل و نقل روی عرشه، فشار و نیروی مکانیکی و همچنین شرایط آن در طول نگه‌داری می‌باشد (بوتا و همکاران، ۱۹۸۷؛ اسیاسن و همکاران، ۲۰۰٤؛ ازیورت و همکاران، ۲۰۰۷؛ پریرا و همکاران، ۲۰۱۰؛ الدین و الشامری، ۲۰۱۰).

مشاهدات عینی این پژوهش با نتایج مرادی‌نسب و همکاران (۲۰۱۲) درخصوص آسیب دیدگی ماهیان صید شده توسط تور گوشگیر ثابت از ناحیه آبشش که غالبا در تور تلف خواهند شد مطابقت داشت. در این پژوهش، مقادیر رطوبت کل در تیمارها و زمان‌های مختلف تفاوت معنی‌دار نشان نداد (P>۰/۰۵) و بیشترین میزان رطوبت در ماهی مرده صید شده در روز صفر می‌باشد که احتمالا ناشی از فرآیند جذب آب توسط ماهی که در نتیجه آسیب‌های سلولی به‌ویژه در ساعات اولیه رخ داده است (مرادی‌نسب و همکاران، ۲۰۱۲).

ظرفیت نگه‌داری آب عضله ماهی در واقع بیانگر توانایی نگه‌داری آب آن در مواقع اعمال نیروهایی از قبیل فشار و سانتریفوژ است. در این تحقیق میزان WHC، با روندی نزولی و سپس صعودی در نوسان بوده و اختلاف معنی‌دار در تیمارها و زمان‌های مختلف دیده شد (P<۰/۰۵). همچنین تیمارهای زنده صید شده ظرفیت نگه‌داری آب بالاتری داشتند و در تیمارهای مرده صید شده میزان کاهش شدیدتری مشاهده شد. ظرفیت نگه‌داری آب، به وجود پروتئین‌ها در بافت‌های مختلف به‌ویژه پروتئین‌های میوفیبریل مرتبط می‌باشد که کاهش WHC بستگی کامل به میزان دناتوره شدن پروتئین و تغییرات در pH گوشت دارد و اغلب به عنوان اثری از تغییرات ساختاری در ماهیچه توصیف می‌گردد (السون و همکاران، ۲۰۰۳). pH عضله از فاکتورهای مهم و تأثیرگذار در آن است. به‌طوری‌که در pH حدود ۵ که نزدیک به نقطه ایزوالکتریک پروتئین‌های عضله در ماهی است، میزان ظرفیت نگه‌داری آب معمولا در

کمترین میزان قرار دارد و با کاهش pH و اسیدی شدن در طی پدیده جمود نعشی، WHC نیز کاهش می‌یابد که در نتایج این بررسی نیز این روند مشاهده شد. اما روند افزایشی بعدی WHC را شاید بتوان تحت تأثیر افزایش مقادیر pH دانست که ویژگی‌های کاربردی پروتئین‌ها را بهبود بخشیده و از تغییر ماهیت و انبوهش بیشتر پروتئین‌ها جلوگیری می‌نماید.

pH گوشت ماهی یکی از مهمترین مباحث در تکنولوژی مواد غذایی است که می‌تواند بر ویژگی‌های بافتی و استحکام آن به‌ویژه در بافت پیوندی تأثیرگذار باشد (پاککو و همکاران، ۲۰۰۰) و چنین به‌نظر می‌رسد که روش صید بر روی مقدار pH نهایی پس از مرگ مؤثر است. در پژوهش حاضر تغییرات pH در هر دو تیمار با نوساناتی جزئی همراه بوده و به‌طور کلی بین تیمارها و زمان‌های مختلف معنی‌دار است. همچنین براساس جدول (۱)، بیشترین میزان pH در تیمار زنده صید شده روز ششم به میزان ٦/٩٥ است. این روند نوسانی، با مطالعه روفی و همکاران (۲۰۱٤) مطابقت نداشت. به‌طوری‌که در مطالعه ذکر شده مقادیر pH در مدت نگهداری در یخچال سیر صعودی داشت و این سیر صعودی را با عامل رشد باکتری‌ها مرتبط دانستند، همخوانی نداشت.

میزان TVB-N به‌طور کلی بین دو تیمار و در زمان‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$) و با گذشت زمان در هر دو تیمار افزایش یافت. همچنین بین دو تیمار زنده و مرده صید شده در روز ششم و دوازدهم اختلاف معنی‌داری نشان داد که حاکی از افت کیفی بیشتر در تیمار مرده صید شده با افزایش زمان نگه‌داری است. از طرفی میزان این افزایش در تیمار مرده صید شده بیشتر بود، به‌طوری‌که در تیمار زنده صید شده تا مقدار ٣٦/٤٠ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه و در تیمار مرده صید شده تا میزان ٥١/٨٠ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه در روز دوازدهم رسید. اوزیرت و همکاران (۲۰۰۹) ماهی و محصولات ماهی را براساس این شاخص به چهار گروه: تا ۲۵/ عالی، تا ۳۰/ کیفیت خوب، تا ۳۵/ با محدودیت مصرف، و بالای ۳۵ را فاسد طبقه‌بندی کردند که بر حسب این طبقه‌بندی، ماهی زنده صید شده در تا روز دوازدهم و ماهی مرده صید شده در روز ششم قابلیت مصرف خود را از دست داد. از سوی دیگر، این مقادیر نسبت به نتایج حاصل از دیگر پژوهش‌های نگه‌داری ماهی در یخچال، به مراتب بالاتر بود که احتمالا به‌دلیل اثرات ناشی از روش صید در تور گوشگیر و ویژگی‌های فیزیولوژیکی حاصل از تغییرات فصلی و نوع گونه می‌تواند باشد.

براساس نتایج، میزان FFA در هر دو تیمار با گذشت زمان نگه‌داری افزایش یافته و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. چنان که در تیمار زنده صید شده از ٤/١٧ درصد اولئیک اسید در روز صفر با روندی صعودی تا میزان ٦/٥٨ درصد اولئیک اسید در روز دوازدهم رسید و در تیمار مرده صید شده نیز از مقدار ٤/٠١ درصد اولئیک اسید در روز صفر تا مقدار ٨/٤٥ درصد اولئیک اسید در روز دوازدهم افزایش یافت ($P<۰/۰۵$) که احتمالاً به‌دلیل افزایش اکسیداسیون چربی‌ها و آب‌زدایی نسبی ماهی با گذشت زمان نگه‌داری است. در همین رابطه افزایش اسیدهای چرب آزاد نشان از تجزیه بیشتر چربی‌ها در ماهیان نگه‌داری شده در یخچال داشته، و به نوبه خود می‌تواند افزایش اکسیداسیون چربی، گسترش طعم نامطلوب، تسریع در فساد، کاهش کیفیت محصول و دناتوره شدن پروتئین را سبب شود (شووفلت، ۱۹۸۱).

تغییرات مقادیر TBA در هر دو تیمار افزایشی بوده و بیانگر اثر معنی‌دار زمان بر تیمارها بود. همچنین در روزهای ششم، نهم و دوازدهم نیز بین تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد و مقادیر در تیمار مرده صید شده به مراتب بیشتر بود که به نوبه

خود می‌تواند نشانگر گسترش تجزیه چربی‌ها به محصولات ثانویه اکسیداسیون به‌ویژه آلدئیدها باشد. هرچند در این بررسی، مقادیر شاخص TBA در هر دو تیمار به مقدار ۲-۱ میلی‌گرم مالون‌آلدئید در کیلوگرم نمونه، که به‌عنوان حد محدودکننده قابلیت پذیرش برای مصرف‌کننده ذکر شده، نرسید (لاکشمن، ۲۰۰۰؛ گولاس و اونتومینس، ۲۰۰۷). پائین بودن مقادیر این شاخص را شاید بتوان در نتیجه شرایط فیزیولوژیکی نمونه‌های ماهی در فصل تولید سلول جنسی نر و کاهش سطح چربی در ترکیب شیمیایی بدن این ماهیان دانست.

میکروارگانیسم‌های عامل فساد مواد غذایی، در موارد مشابه یکسان نبوده و فلور میکروبی جداسازی شده از غذاهای دریایی از مطالعه‌ای به مطالعه دیگر متفاوت است. به‌طوری که نوع و میزان این ارگانیسم‌ها در هر مطالعه بستگی به گونه ماهی و محیط زندگی آن‌ها، وضعیت اقلیمی، نحوه صید، نوع محصول فرآوری شده، دما و نحوه نگه‌داری متفاوت است و مقدار میکروارگانیسم‌های ویژه عامل فساد، ارتباط مناسبی با عمر ماندگاری ماهی تازه دارد (گرام و دالگارد، ۲۰۰۲). براساس نتایج این تحقیق، جمعیت باکتریایی کل در هر دو تیمار با گذشت زمان روندی افزایشی داشته و اثرات بین تیمارها نیز دارای اختلاف معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) ارزیابی شد که در تیمار مرده صیدشده میزان بیشتری را دارا بود. از طرفی باکتری‌های سرمادوست گرم منفی مثل سودوموناس‌ها، آلتروموناس‌ها، شوانلاها، و فلاووباکترها، گروه اصلی میکروارگانیسم‌های مسئول فساد ماهی تازه و فرآورده‌های آن در شرایط نگه‌داری هوازی در دماهای سرد می‌باشند (گرام و هوس، ۱۹۹۶؛ سالام، ۲۰۰۷). جمعیت باکتریایی سرمادوست نیز در هر دو تیمار با گذشت زمان نگه‌داری افزایش یافت و اثر زمان بر تیمارها دارای تفاوت معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$)، اما به‌طور کلی بین دو تیمار اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. این تغییرات در تیمار زنده صید شده از میزان اولیه ۳/۱٤ Log cfu/g تا٤/۹۲Log cfu/g در روز دوازدهم و در تیمار مرده صید شده از ۳/۳۲ Logcfu/g در روز صفر تا ۵/۰۷ Log cfu/g در روز دوازدهم افزایش نشان داد.

هر چند شمارش کلی باکتری‌ها نمی‌تواند یک فاکتور محدودکننده مطلق باشد اما اشاره شده است که اگر تعداد باکتری‌ها به بالاتر از ٦ Logcfu/g برسد برای مصرف نامناسب است (ازگول و همکاران، ۲۰۰٦). برهمین اساس و طبق نتایج حاصل از این بررسی، میزان TVC در تیمار زنده صید شده تا پایان دوره نگه‌داری در حد قابل قبول باقی ماند، اما در تیمار مرده صید شده در روز دوازدهم با مقدار ٦/٤۱ Log cfu/g از حد مجاز اعلام شده فراتر رفت و قابلیت مصرف خود را از این نظر از دست داد. در همین رابطه نتایج (جدول ۳) نشان داد که با افزایش زمان نگه‌داری، جمعیت باکتریایی اندازه‌گیری شده در هر دو آزمون و به‌ویژه TVC، میزان رشد بیشتری نسبت به مقادیر روزهای نخست نگه‌داری داشته و با گذشت زمان نگه‌داری با روندی صعودی افزایش یافته است که این می‌تواند در اثر عوامل مختلفی از جمله شکاف‌های سطوح حفاظت ایمنی نظیر پوست، متلاشی شدن‌های سلولی و آسیب سیستم پروتئینی، و در نتیجه آزادسازی آنزیم‌ها، نشت مواد درون سلولی و ایجاد فضای مناسب تغذیه‌ای و اکونومیک برای رشد ارگانیسم‌ها، تغییرات (افزایش) در برخی پارامترها از جمله pH و نیز تغییرات ناشی از فعالیت باکتری‌ها برای بسترسازی برای رشد بیشترشان در محیط دانست. همچنین میزان TVC نسبت به PTC مقادیر بیشتری نشان دادند، که درباره علل این رخداد می‌توان امکان مناسب‌تر بودن شرایط محیطی در ماهی برای رشد سایر ارگانیسم‌ها را محتمل دانست و

تفاوت مقادیر در زمان‌های مختلف را نیز می‌توان تحت تأثیر فلور خاص گونه‌ای و شرایط زیستی ماهی نظیر دما و وضعیت آب (که بار میکروبی ماهی بازتابی از آن است)، و نیز دمای نگه‌داری در یخچال (از جمله تغییرات و نوسانات نامطلوب پیش‌بینی نشده) دانست که به برخی گونه‌ها که در فلور اولیه وجود داشته‌اند اجازه بقا و رشد بیشتری داده باشد. علاوه‌بر موارد فوق ترکیب و میزان بار باکتری‌های سرمادوست و نرخ بهینه دمایی خاص هر گونه در این باکتری‌ها نیز می‌تواند مؤثر باشد. به‌عبارت دیگر ممکن است باکتری یا دمای بهینه رشد خاص آن در محیط تأمین نشده باشد. نکته قابل توجه دیگر، افزایش سریع جمعیت باکتریایی از روز صفر تا نهم است که در روز نهم از شدت این روند افزایشی کاسته شده و اگر چه روند افزایشی کلی حفظ شد، اما در بازگشت به سیر صعودی، جمعیت باکتریایی سرمادوست وقفه بیشتری را نشان دادند. احتمالات زیادی در این خصوص ممکن است طرح شود که یکی از قوی‌ترین آن‌ها، احتمال وجود یک عامل محدودکننده رشد است که بتواند باعث بروز این حالت شود. بنابراین می‌توان یا حد گزارش شده توسط پژوهش‌های پیشین را بالاتر از میزان حقیقی آن فرض کرد، یا با توجه به این تحقیق و شرایط خاص ماهی و فلور آن در همین حد در نظر گرفت، و یا اعمال اثر یک محدودکننده خارجی که متأثر از شرایط محیطی است (نظیر نوسانات دمایی یخچال و...) را مطرح کرد که فرض اخیر با توجه به مطالعات قبلی قابلیت پذیرش بیشتری دارد.

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج این پژوهش، مقادیر WHC و pH با وجود نوسانات کاهشی و افزایشی در زمان‌های مختلف، به طور کلی بین دو تیمار و نیز بین زمان‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بود. میزان TVB-N، FFA، TBA، TVC، و PTC نیز با گذشت زمان در تیمارها با اختلاف معنی‌داری افزایش یافت و تنها میزان رطوبت و باکتری‌های سرمادوست فاقد تفاوت معنی‌دار بین دو تیمار بودند. قابلیت پذیرش نسبی ماهی زنده صید شده تا روز دوازدهم حفظ شد، اما در ماهی مرده صید شده به لحاظ فاکتور TVB-N در روز ششم و TVC در روز دوازدهم غیرقابل‌مصرف ارزیابی شد. وجود تفاوت معنی‌دار در اغلب پارامترهای فوق بین دو تیمار که با مقادیر بالاتر در تیمار مرده صید شده همراه بود، می‌تواند مؤید گسترش فعالیت اتولیتیکی، تغییرات سیستم‌های پروتئینی و پیشرفت فساد بیشتر در ماهی مرده صید شده باشد.

شایان ذکر است که نتایج به‌دست آمده، تنها حاصل از باقی ماندن ماهی در تور به‌مدت دو ساعت بوده و با توجه به زمان طولانی صید گوشگیر که ممکن است تا یک روز نیز به طول انجامد، احتمالا اثرات صید بر کیفیت ماهیان صید شده به این روش بسیار شدیدتر خواهد بود.

منابع

1.Ben-Gigirey, B., Vieites Baptista de Sousa, J.M., Villa, T.G., and Barros-Velazquez, J. 1998. Changes in biogenic amines and microbiological analysis in albacore (*Thunnus alalunga*) muscle during frozen storage. Journal of Food Protection. 61: 608-615.

2.Botta, J.R., Bonnell, G., and Squires, B.E. 1987. Effect of method of catching and time of season on sensory quality of fresh raw Atlantic cod *(Gadus morhua*).Journal of Food Science. 52: 928–931.

3.Egan, H., Kirk, R.S., and Sawyer, R. 1997. Pearson's chemical Analysis of Foods. (9th edition). Churchill Livingtone, Edingburgh, Scotland, UK. Pp: 609-643.
4.El-Deen, G., and El-Shamery, M.R. 2010. Studies on contamination and quality of fresh fish meats during storage. Academic Journal of Biology Science, 2: 65-74.
5.Erzini, K., Monteiro, C.C., Ribeiro, J., Santo, M.N., Gaspar, M., Monteiro, P., and Borges, T.C. 1997. An experimental study of gill net and trammel net' ghost fishing' off the Algarve (southern Portugal). Marine Ecology Progress Series, 158: 257-265.
6.Esaiassen, M., Nilsen, H., Joensen, S., Skjerdal, T., Carlehog, M., Eilertsen, G., Gundersen, B., and Elvevoll, E. 2004. Effects of catching methods on quality changes during storage of cod (*Gadus morhua*). Food Science and Technology. 37: 643–648.
7.Esaiassen, M., Akse, L., and Joensen., S. 2013. Development of a Catch-damage-index to assess the quality of cod at landing.Food Control, 29: 231-235.
8.Frick, L.H., Reina, R.D., and Walker, T.I. 2010. Stress related physiological changes and post-release survival of Port Jackson sharks (*Heterodontus portusjacksoni*) and gummy sharks (*Mustelus antarcticus)* following gill-net and longline capture in captivity. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 385: 29-37.
9.Gimenez, B., Roncales, P., and Beltran, J. A. 2002. Modified atmosphere packaging offilleted rainbow trout. Journal of the Science of Food and Agriculture. 84: 1154–1159.
10.Goulas, A.E., and Kontominas, M.G. 2007. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes. Food Chemistry. 100: 287-296.
11.Gram, L., and Dalgaard, P. 2002. Fish spoilage bacteriaproblems and solutions. Current Opinion in Biotechnology. 13: 262-266.
12.Gram, L., and Huss, H.H. 1996. Microbiological spoilage of fish and fish product.International Journal of Food Microbiology., 33: 121-137.
13.Hernandez, M.D., Lopez, M.B., Alvarez, A., Ferrandini, E., Garcia Garcia, B., and Garrido, M.D. 2009. Sensory, physical, chemical and microbiological changes in aquacultured meager (*Argyrosomus regius*) fillets during ice storage. Journal of Food Chemistry. 114: 237-245.
14.Himonides, A.T., Taylor, K.A., and Knowles, M.J. 1999. The improved whitening of cod and haddock flaps using hydrogen peroxide. Journal of the Science of Food and Agriculture. 79: 845-850.
15.Khorramgah, M., Rezaei, M. 2012. Chemical and sensory changes of kutum (*Rutilus frisii kutum*) during frozen storage (-18 °C). Journal Food Science and Technology. 37(9): 101-107. (Abstract in English)
16.Lakshmanan, P.T. 2000. Fish spoilage and quality assessment.In T.S.G. Iyer, M. K. Kandoran, Mary Thomas, and P.T. Mathew (Eds.), Quality assurance in seafood processing. Cochin: Society Fisher Technology, India. Pp: 26-40.
17.Moradinasab, Gh., Ghorbani, R., Paighmbari, S.R., and Khanipour, A.A. 2012. Assessment of efficiency between fyke net with fixed gill net in Anzali Wetland. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 21(1): 161-170. (Abstarct in English)
18.Olsson, G.B., Ofstad, R., Lodemel, J.B. and Olsen, R.L. 2003. Changes in water-holding capacity of halibutmuscle during cold storage. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie- Food Science and Technology. 36: 771-778.
19.O¨zogul, Y., O¨ zogul, F., Kuley, E., Ozkutuk, A.S., Gokbulut, C., and Kose, S. 2006. Biochemical, sensory andmicrobiological attributes of wildturbot (*Scophthalmus maximus*), from the Black Sea, during chilledstorage. Food Chemistry, 99: 752–758.
20.Özyurt, G., Özogul, Y., Özyurt, C.E., Polat, A., Özogul, F., Gökbulut, C., Ersoy, B., and Küley, E. 2007. Determination of the quality parameters of pike perch Sanderlucioperca caught by

gillnet, longline and harpoon in Turkey. Fish Science, 73: 412–420.
21. Özyurt, G., Kuley, E., Ozkutuk, S., and Özogul, F. 2009. Sensory, microbiological and chemical assessment of the freshness of red mullet (*Mullus barbatus*) and gold band goatfish (*Upeneusmoluccensis*) during storage in ice. Food Chemistry. 114: 505-510.
22. Pacheco-Aguilar, R., Lugo-Sanchez, M.E., and Robles-Burgueno, M.R. 2000. Postmortem biochemical and functional characteristic of Monterey sardine muscle stored at 0 °C. Journal of Food Science. 65: 40–47.
23. Parvaneh, V. 2007. Quality Control and the Chemical Analysis of Food, Thehran University Press, Third Published, 325p.
24. Pereira de Abreu, D.A., Paseiro Losada, P., Maroto, J., and Cruz, J.M. 2010. Evaluation of the effectiveness of a new active packaging film containing natural antioxidants (from barley husks) that retard lipid damage in frozen Atlantic salmon (*Salmo salar L.*).Food Research International. 43: 1277-1282.
25. Raufi, P., Ojagh, S.M., Shabanpour, B., and Yahyaei, M. 2014. Effects of delayed icing on the quality characteristics of *Rutilus frisii kutum.* Journal Food Science and Technology. 12: 21-30. (Abstract in English)
26. Sallam, K.I. 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactat, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. Food Control. 18: 566-575.
27. Salehi, H. 2003. Economic assessment of fingerling releasing *Rutilus frisii kutum* in Iran. Journal of Marine Sciences and Technology. 2(1): 35-46. (Abstract in English)
28. Shewfelt, R.L. 1981. Fish muscle lipolysis Areview. Journal of Food Biochemistry, 5: 79-100.
29. Sigholt, T., Erikson, U., Rustad, T.,Johansen, S., Nordtvedt, T.S., and Seland, A. 1997. Handling stress and storagetemperature affect meat quality of farmedraised Atlantic salmon (*Salmo salar*). Journal of Food Science. 62: 898-905.
30. Skomal, G.B. 2006. The Physiological Effects of Capture Stress on Post-release Survivorship of Sharks, Tunas, and Marlin. PhD thesis. Graduate School of Artsand Sciences, Boston University, Boston, MA. 299p.
31. Suanich, V., Jahncke, M.L., and Marshall, D.L. 2000. Changes in selected chemical quality characteristic of cannel catfish frame mince during chill and frozen storage. Journal of Food Science. 65: 24-29.
32. Wells, R.M.G., McIntyre, R.H., Morgan, A.K., and Davie, P.S. 1986. Physiological stressresponses in big gamefish after capture: observations on plasma chemistry andblood factors. Comparative Biochemistry and Physiology. A Comparative Physiology. 84: 565-572.