مقایسه کشتار کپور ماهیان چینی (آمور، فیتوفاگ و بیگ هد) و کپور معمولی به روش کشتار طبیعی و با استفاده از جریان الکتریسیته و اثرات آن بر برخی از شاخص‌های کیفی گوشت ماهیان

- **محمد سوداگر***: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۱۵۷۳۹-۴۹۱۳۸
- **مریم حمیدی کناری**: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۱۵۷۳۹-۴۹۱۳۸
- **بهاره شعبانپور**: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۱۵۷۳۹-۴۹۱۳۸
- **رحیم لطفی اوریمی**: گروه فیزیک، دانشگاه گلستان، گرگان صندوق پستی: ۱۵۵

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۰

چکیده

به منظور بررسی کشتار کپور ماهیان در شرایط معمولی و با استفاده از جریان الکتریسیته و تأثیر آنها بر برخی شاخص‌های کیفی گوشت، آزمایشی در اردیبهشت ماه ۱۳۸۹ به مدت ۵ ماه در مرکز تحقیقات آبزی پروری دانشکده شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. تعداد ۴۰ ماهی با وزن متوسط ۳۰±۱۳۰۰ گرم و طول متوسط ۱۱±۳۷ سانتیمتر برای آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. با قرار دادن ماهیان در آکواریومی که دارای آند و کاتد به ابعاد ۶۰ × ۴۰ × ۳۰ سانتیمتر و سه چهارم آن از آب معمولی پر گردیده بود، قرار داده شدند. آند و کاتد به دستگاه منبع تغذیه متصل و با تغییر ولتاژ برق، آستانه تحریک، دردناکی و مرگ آنها ثبت گردیده و مشخص شد که آستانه تحریک کپور ماهیان نسبت به جریان الکتریسیته یکسان بوده و اختلاف معنی‌داری بین آنان مشاهده نگردید ($P>0.05$) ولی، آستانه دردناکی در ماهی فیتوفاگ از همه کمتر (۰/۳۸±۶) ولت و ماهیان کپور، آمور و بیگ هد مشابه بود (۰/۴۹±۷/۵ ولت). همچنین آستانه مرگ در ماهیان کپور و بیگ هد مشابه بوده (۱/۲۱±۱۸ولت) و با ماهیان آمور و فیتوفاگ (۱/۰۱±۱۵ ولت) این اختلاف معنی دار بود ($P<0.05$). همچنین با بررسی میزان pH و TVN گوشت کپور ماهیان در شرایط کشتار طبیعی و با استفاده از جریان الکتریسیته در یک دوره سه ماهه مشاهده گردید که تغییرات pH گوشت ماهیان در شرایط کشتار طبیعی اختلاف معنی‌داری را بلافاصله پس از کشتن نداشتند. در حالی که در انتهای ماه دوم و سوم در برخی از گونه‌ها این اختلاف معنی دار بود ($P<0.05$). با اندازه‌گیری میزان TVN در دو شرایط نامبرده شده، مشخص گردید که تغییرات TVN در شرایط کشتار با جریان الکتریسیته اختلاف معنی‌داری را تا انتهای ماه سوم نشان نداد ولی، این تغییرات در شرایط کشتار طبیعی در انتهای ماه سوم معنی‌دار بود ($P<0.05$). بطوریکه ماهی بیگ هد حداقل میزان TVN و کپور و فیتوفاگ دارای حداکثر میزان TVN بوده‌اند.

کلمات کلیدی: کپور ماهیان، جریان الکتریسیته، کشتار طبیعی، شاخص‌های گوشت

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Sudagar_m@yahoo.com

مقدمه

آبزی‌پروری بعنوان یکی از بخش‌های تولید غذا با رشد بسیار سریع در سه دهه گذشته در جهان می‌باشد که بعنوان یک فن‌آوری جدید گسترش پیدا کرده، در سیستم‌های متراکم پرورش و از تکنولوژیهای نوین بهره‌برداری نموده و توسعه یافته است. عوامل فوق باعث شدند تا سهم آبزی‌پروری در تأمین پروتئین و غذای سلامتی بدلیل ارزش بالای غذایی روز به روز افزایش یابد (۱۴).

بطور کلی یکی از معضلات مصرف آبزیان بخصوص ماهیان آب شیرین قابلیت فساد سریع آنها طی روند صید تا عرضه به بازار می‌باشد. عضلات ماهی در مقایسه با پستانداران دارای گلیکوژن کمتری است و در نتیجه pH نهایی عضلات در پایان دوره جمود بالاتر از pH نهایی عضلات پستانداران می‌باشد. علاوه بر این بالا بودن میزان چربی نیز باعث می‌شود که گوشت ماهی نسبت به هجوم باکتری‌ها آسیب‌پذیرتر و در نتیجه سریع قابل فساد باشد (۲). تمایل به حفظ مشخصه‌های کیفیتی یک نگرانی رو به افزایش برای صنعت شیلات بوده است. بعلاوه امروزه تأثیرات بیهوشی روی پاسخ استرس ماهی امری بسیار مهم است. بدست آوردن اطلاعات درباره‌ی اینکه چگونه روشهای پرورش معمول می‌توانند روی آسایش و کیفیت ماهی‌های پرورشی تأثیر بگذارند و همچنین پیشنهاد روش‌های جایگزین، از اهمیت زیادی برخوردار است. یکی از گام‌های مهم که بر کیفیت و آسایش تأثیرگذار است، روش بیهوشی و کشتار می‌باشد (۷).

بطور کلی کشتار یک فرآیند دو مرحله‌ای است که حیوان ابتدا بی‌حس شده تا نسبت به درد غیرحساس شود، سپس مرگ حیوان با روشهای مختلف که شامل خونریزی، توقف ضربان قلب یا جلوگیری از دسترسی به اکسیژن و غیره می‌باشد، انجام می‌گیرد. این دو مرحله می‌توانند همزمان اتفاق بیفتند اما، از آنجایی که فرایندهای متمایزی را دارا می‌باشند، زمان بی‌هوش کردن تا کشتن برای جلوگیری از هر گونه هوشیاری قبل از مرگ باید به حداقل برسد (۲۳).

روشهای متعدد بیهوشی می‌توانند بر کیفیت نهایی ماهی تأثیر منفی بگذارند (۲۷). البته روشهایی که بر پایه استفاده از مواد شیمیایی است، بدلیل در نظر گرفتن خطر بالقوه برای انسان، مورد تائید نمی‌باشند. امروزه اهمیت دارد که تحقیقات روی روشهای جایگزین بیهوشی شیمیایی ادامه یابد که موجب ساده‌سازی روش‌های تجاری خواهد شد.

علاوه بر ملاحظات اخلاقی به منظور اجتناب از تحمل درد توسط ماهی، برخی دلایل اقتصادی و تجاری مبنی بر اینکه کیفیت گوشت در شرایط بد رفتاری با ماهی کاهش می‌یابد نیز وجود دارند. به منظور سنجش شاخص‌های کیفیت در ماهی تازه، فاکتورهای متعددی توسط محققین مختلف آزمایش شده‌اند (۲۱ و ۲۵). امروزه در هلند و سایر کشورها برای انواع مختلف ماهی‌های پرورشی مرگ در هوای آزاد، سرد کردن زنده، بی‌حسی از طریق دی اکسید کربن، بیهوشی با داروی گل میخک، اعمال ضربه‌ی دستی به سر و بیهوشی بوسیله‌ی جریان الکتریسیته بعنوان روش‌های قبل از کشتار در صنعت استفاده می‌شوند (۱۹، ۲۹ و ۳۴).

یک روش دیگر برای کشتار تجاری بسیاری از حیواناتی که به مصرف انسانی می‌رسند، بی‌حس کردن الکتریکی قبل از خونریزی است. استفاده از ولتاژ برای بدن حیوانات باید مراقبت‌های لازم جهت جلوگیری از لکه‌های خونی که ناشی از پارگی رگهای خونی است انجام شود (۹ و ۲۸). تحقیقات نشان داده که استفاده از امواج با فرکانس بالا باعث کاهش خونریزی شدید می‌شود (۱۳ و ۳۲). یکی از روشها بی‌حس کردن ماهی با استفاده از الکتریسیته یک روش امیدوار کننده‌ای است که اثر منفی کمتری روی بافت‌ها می‌گذارد (۳۱). میدانهای الکتریکی یا امواج الکترو مغناطیسی ضعیف بر رفتارهای ماهیان مؤثر است. جریان متناوب تحت تأثیر شدت یکسان اثر بیشتری نسبت به جریان مستقیم دارد. اثری که میدان الکتریکی با شدت مشخص روی ماهی دارد یک اثر متغیر شرطی است یعنی ماهی حتماً نسبت به آن واکنش نشان می‌دهد. هنگامی که ماهی تحت تأثیر میدان قرار می‌گیرد واکنش‌های مختلف مانند پروسه‌های الکتروشیمیایی، الکترو مکانیکی و حرارتی نشان می‌دهد. استفاده از جریانهای مستقیم و متناوب در صیادی نیز می‌تواند کاربرد داشته باشد که به جریان مستقیم منوپلار (تک قطبی) و جریان متناوب دی پلار (دو قطبی) گفته می‌شود.

در این تحقیق سعی بر آن است تا اثر جریان الکتریسیته بر بی‌هوشی کپور ماهیان و تعیین آستانه دردناکی و مرگ ماهی و همچنین اثر جریان الکتریسیته را روی برخی از شاخص‌های کیفی گوشت ماهیان مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روشها

ایـن آزمـایش در مرکـز تحقیقـات آبـزی‌پـروری دانشـگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان واحد پردیس در بهار ۱۳۸۹ بـه مدت ۵ ماه انجام گردید.

تعداد ۴۰ ماهی (از هر ماهی ۱۰ عدد) از ماهیان مورد نیـاز به وزن بازاری از پرورش‌دهندگان بصورت زنده با میانگین وزنـی ۳۰±۱۳۰۰ گـرم و میـانگین طـولی ۱۱± ۳۷ سـانتیمتر (وزن متوسط بازاری) تهیه و به مرکز تحقیقات آبزی‌پـروری دانشـکده شیلات منتقل شدند (جدول ۱). به منظور سـازگاری بـا شـرایط جدید و برقراری شرایط فیزیولوژیک عادی، ماهی‌ها بـه مـدت ۳ روز در مخازن فایبرگلاس دایره‌ای به قطـر ۱ مترمربـع بـا حجـم مفید ۵۰۰ لیتر آب نگهداری شدند. مخـازن نگهـداری مـاهی‌هـا بطور مداوم هوادهی و هر ۴۸ سـاعت نیمـی از آب آنهـا تعـویض می‌گردید. در طول ایـن دوره، دمـای آب مخـازن ۱±۲۳ درجـه سانتیگراد، pH حدود ۰/۲±۸/۱۸ و میزان اکسیژن محلول ۱±۷ میلی‌گرم بر لیتر ثبت گردید.

منبع تغذیه مورد استفاده در طرح متعلق به شرکت آلمانی فیوه موجود در آزمایشگاه فیزیک که دارای هر دو نوع جریان متناوب (AC) و مستقیم (DC) در محدودهی V ۲۴ ~ ۵ و جریان 2A که قابل تنظیم و تغییر با پله‌های ۱ بود که از ولتاژ برق شهر (۵۰HZ ، ۲۲۰ V) استفاده گردید. الکترودها ورقه‌هایی از جنس آلومینیوم به ابعاد ۳۰ × ۳۰ سانتیمتر هستند که به موازات هم و به فاصله‌ی ۶۰ سانتیمتر از یکدیگر در داخل مخزن آب به ابعاد ۳۰ × ۴۰ × ۶۰ قرار گرفته‌اند و توسط سیم‌های رابط به منبع تغذیه متصل گردیدند. کلید قطع و وصل جریان و کلید متغیر جهت تنظیم ولتاژ مورد نیاز، هر دو روی منبع تغذیه تعبیه شده بودند.

ماهیان انتخاب شده از هرگونه را داخل آکواریوم قـرار داده و با شروع ولتـاژ از صـفر و افـزایش آن، آسـتانه تحریـک، آسـتانه دردناکی تا بیهوشی کامل هر گونه و مدت زمان آن جداگانه ثبت گردید. تیمار دوم از هر گونه با تور دستی صـید و در هـوای آزاد قرار داده شدند و مدت زمان مرگ طبیعی هر گونه جداگانه ثبت گردید.

ماهیان کشته شـده بـا الکتریسـیته و ماهیـانی کـه بصـورت طبیعی مرده بودند بطور جداگانه در فریزر بـا دمـای ۱۸- درجـه سانتیگراد به مدت ۳ ماه نگهداری شدند و هر ماه از گوشت آنهـا نمونه‌برداری و فاکتورهای زیر مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند.

pH عضـلات بـا وارد کـردن pH متـر (۲۰۶ Testo، pH_2، آلمان) با الکترود نفوذی در عضلات بخش پشتی ماهیان و میزان TVN (ترکیبـات نیتروژنـه فـرار) نمونـه‌هـا بـه روش تقطیـر و تیتراسیون کلدال اندازه‌گیری شد (۳۵).

داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) انجام شد. همچنین مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون Duncan's new multiple range بررسی گردید. کلیه واریانس‌ها از لحاظ نرمال بودن و همگنی بررسی شدند.

جدول ۱: تیمار و تکرارهای مورد آزمایش

تیمار	تکرار	
	در شرایط کشتار طبیعی	در شرایط کشتار با الکتریسیته
ماهی آمور	۵	۵
ماهی کپور	۵	۵
ماهی فیتوفاگ	۵	۵
ماهی کپور سرگنده	۵	۵

نتایج

با بررسی تاثیر ولتاژهای مختلف در ماهیان، مشخص شد که ماهیان هیچ عکس‌العملی نسبت به ولتاژ ۳-۱/۵ از خود نشان ندادند و این ولتاژ بی‌اثر بود و اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($P>0.05$). با افزایش ولتاژ، تحریک در ماهیان مورد آزمایش،

نسبت به ولتاژ ثبت گردید (۴/۵±۰/۳۲ ولت) و باز هم اختلاف معنی‌داری در ماهیان مورد آزمایش دیده نشد (P>0.05) ولی، با افزایش میزان ولتاژ آستانه دردناکی در ماهیان مورد آزمایش ثبت و اختلافاتی را نشان داد (جدول ۲). بطوریکه آستانه دردناکی در ماهی فیتوفاگ نسبت به ماهیان کپور، آمور و بیگ هد کمتر و این اختلاف معنی‌دار بود (P<0.05) و در حالیکه این آستانه در بین ماهیان کپور، آمور و بیگ هد هیچ اختلافی وجود نداشت (P>0.05).

با بررسی تاثیر ولتاژ بر آستانه مرگ ماهیان (بی‌هوشی)، آستانه مرگ در ماهیان آمور و فیتوفاگ پایین‌تر از کپور و بیگ هد مشاهده گردید و اختلاف بین آنها معنی‌دار بود (P<0.05). در حالی که، این اختلاف بین ماهی آمور و فیتوفاگ معنی‌دار نبوده است .همچنین اختلاف معنی‌داری بین تاثیر ولتاژ بر آستانه مرگ ماهی کپور و بیگ هد مشاهده نگردید (جدول ۲).

با بررسی تاثیر جریان الکتریسیته بر مدت زمان بیهوشی ماهیان مشاهده گردید که در یک ولتاژ ثابت ماهی آمور در کمترین زمان نسبت به سایر ماهیان بیهوش گردیده است (۲/۱۵±۰/۰۸ دقیقه)، بدین معنا که آستانه بیهوشی (مرگ) ماهی در یک ولتاژ ثابت در ماهی آمور نسبت به سایر ماهیان کمتر بود و بالاترین زمان برای ماهی فیتوفاگ (۵/۲۶±۰/۲۹ دقیقه) ثبت گردید. در این آزمایش اختلاف زمان برای آستانه مرگ در ماهیان نشان داد که پس از ماهی آمور، ماهی کپور و سپس ماهی بیگ هد و در نهایت ماهی فیتوفاگ با استفاده از جریان الکتریسیته بیهوش شدند. نتایج حاصل از داده‌ها نشان داد که این اختلاف زمان بین ماهیان فیتوفاگ و بیگ هد معنی‌دار نبود (P>0.05). همچنین این زمان برای ماهی کپور معمولی و آمور هم اختلاف معنی‌داری را نشان داده است (جدول ۳).

جدول ۲: تاثیر ولتاژ بر آستانه تحریک، دردناکی و مرگ در ماهیان مورد آزمایش

ولتاژ (ولت)	کپور	آمور	فیتوفاگ	بیگ هد
بی‌اثر	۱/۵–۳±۰/۲۱ [a]	۱/۵–۳±۰/۲۱ [a]	۱/۵–۳±۰/۲۱ [a]	۱/۵–۳±۰/۲۱ [a]
آستانه تحریک	٤/۵±۰/۳۲ [a]	٤/۵±۰/۳۱ [a]	٤/۵±۰/۳۱ [a]	٤/۵±۰/۳۱ [a]
آستانه دردناکی	۷/۵±۰/٤۹ [a]	۷/۵±۰/٤۹ [a]	٦±۰/۳۸ [b]	۷/۵±۰/٤۹ [a]
آستانه مرگ	۱۸±۱/۲۱ [a]	۱۵±۱/۰۱ [b]	۱۵±۱/۰۱ [b]	۱۸±۱/۲۱ [a]

حروف لاتین غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده‌ی اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد (P<۰/۰۵).

جدول ۳: مدت زمان بی‌هوشی در ماهیان مورد آزمایش

ماهیان مورد آزمایش	مدت زمان بی‌هوشی (دقیقه) در کشتار با جریان الکتریسیته	مدت زمان بی‌هوشی (دقیقه) در شرایط کشتار طبیعی
کپور معمولی	۲/۱۵±۰/۰۸ [a]	۲٤±۰/۲۱ [a]
فیتوفاگ	٤±۰/۱٦ [b]	۲۱±۰/۲۱ [b]
بیگ هد	۵±۰/۳۱ [c]	۲۰/۵±۰/۲۱ [b]
آمور	۵/۲٦±۰/۲۹ [c]	۱۸±۰/۲۱ [c]

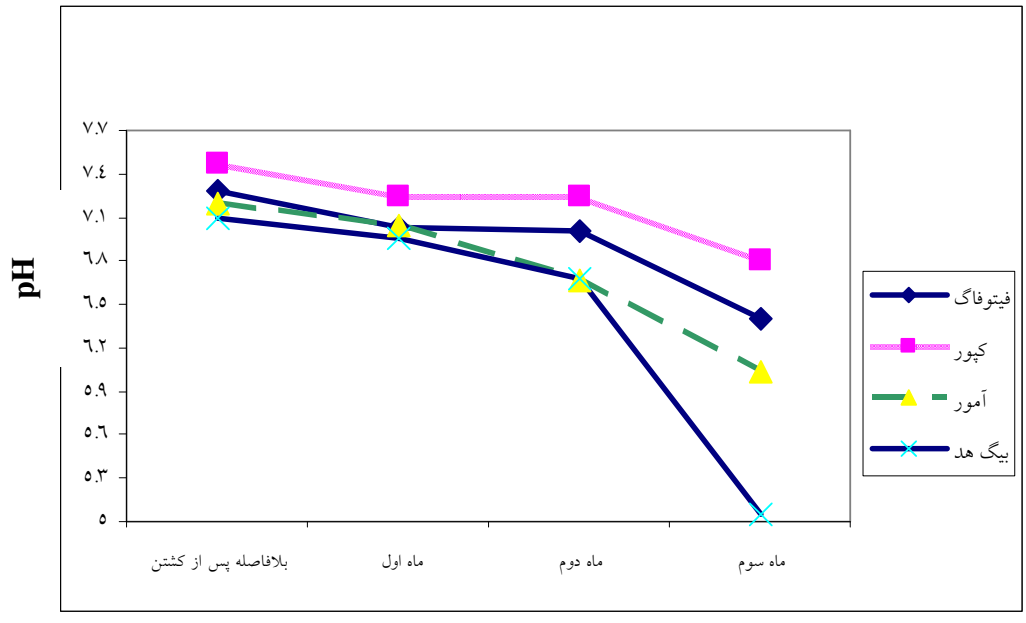
حروف لاتین غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده‌ی اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد (P<۰/۰۵).

با بررسی مدت زمان لازم برای بیهوشی ماهیان در شرایط معمولی مشاهده گردید که کپور معمولی نیاز به زمان بیشتری برای بیهوشی نسبت به سایر ماهیان مورد آزمایش دارد (۲۴±۰/۲۱ دقیقه) و این اختلاف معنی‌دار بود (P<0.05). در حالیکه حداقل زمان ثبت شده برای بیهوشی در ماهی آمور (۱۸±۰/۲۱ دقیقه) بود. اختلاف زمان مرگ در ماهیان فیتوفاگ (۲۱±۰/۲۱ دقیقه) و بیگ هد (۲۰/۵±۰/۲۱ دقیقه) معنی‌دار نبود (P>0.05).

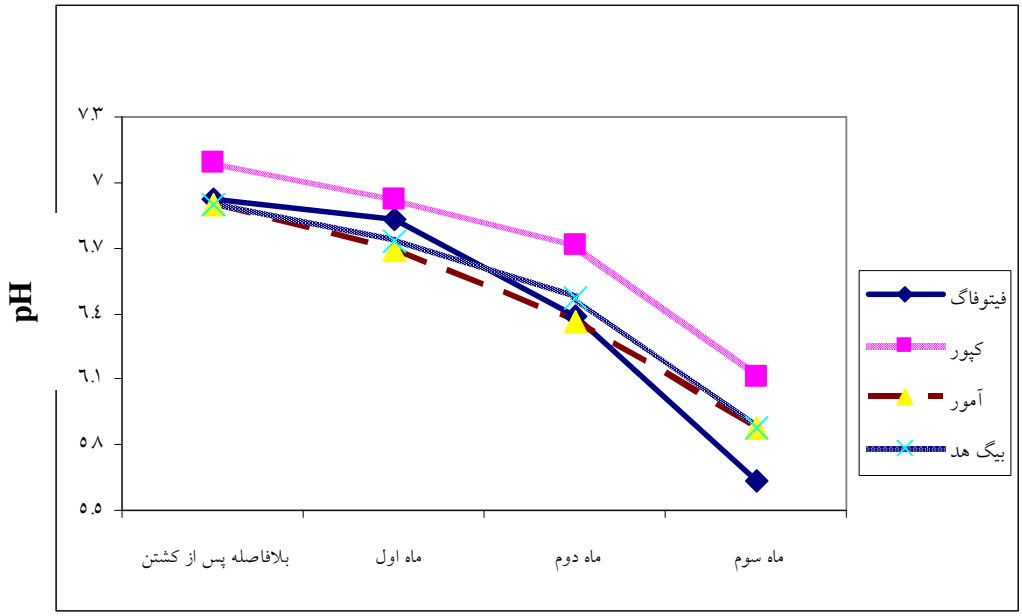
پس از کشتار ماهیان به روش طبیعی pH گوشت در زمانهای بلافاصله پس از کشتار، بعد از گذشت یک، دو و سه ماه پس از کشتار و نگهداری در دمای ۱۸– درجه سانتیگراد اندازه‌گیری گردید (نمودار ۱).

با بررسی روند pH گوشت ماهیان مورد آزمایش مشخص شد که اختلاف معنی‌داری در میزان pH گوشت بلافاصله پس از کشتار طبیعی وجود نداشت (P>0.05). اگرچه pH گوشت ماهی کپور (۷/۴۷±۰/۰۹) از سایر ماهیان بالاتر و pH گوشت ماهی بیگ هد از همه کمتر (۷/۱۰±۰/۰۷) ثبت گردید. با اندازه‌گیری pH گوشت ماهیان پس از یک ماه نگهداری در دمای ۱۸– درجه سانتیگراد، باز هم اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده نگردید (P>0.05)، این در حالی است که pH گوشت کپور در این مرحله از همه بالاتر (۷/۲۵±۰/۰۵) و pH گوشت ماهی بیگ هد از همه پائین‌تر (۶/۹۵±۰/۱۱) ثبت گردید. با اندازه‌گیری pH گوشت ماهیان پس از دو ماه نگهداری در دمای ۱۸– درجه سانتیگراد، حداکثر آن در ماهی کپور (۷/۲۴±۰/۱۳) و حداقل آن در ماهی آمور (۶/۶۶±۰/۰۲) ثبت گردید. هرچند اختلاف بین آنها معنی‌دار نبود (P>0.05). در نهایت با اندازه‌گیری pH گوشت ماهیان پس از سه ماه نگهداری در دمای ۱۸– درجه سانتیگراد، حداکثر pH در گوشت ماهی کپور (۶/۸۰±۰/۰۸) و حداقل آن در گوشت ماهی بیگ هد (۵/۰۵±۰/۰۱) ثبت گردید، اگر چه اختلاف pH بین گوشت ماهیان کپور، آمور و فیتوفاگ معنی‌دار نبود (P>0.05) ولی، اختلاف pH (کپور، آمور و فیتوفاگ) در انتهای ماه سوم با بیگ هد اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<0.05).

پس از کشتار ماهیان با الکتریسیته نیز pH گوشت در زمانهای بلافاصله پس از کشتار، بعد از گذشت یک ، دو و سه ماه پس از کشتار ماهی و نگهداری در دمای ۱۸– درجه سانتیگراد اندازه‌گیری گردید (نمودار ۲).



نمودار ۱: روند تغییرات pH گوشت ماهیان مورد آزمایش در شرایط کشتار با الکتریسیته



نمودار ۲: روند تغییرات pH گوشت ماهیان مورد آزمایش در شرایط کشتار با الکتریسیته

با بررسی روند pH گوشت ماهیان مورد آزمایش در شرایط کشتار با الکتریسیته، نشان داد که اختلاف معنی‌داری در میزان pH گوشت ماهیان بلافاصله پس از کشتار با الکتریسیته وجود ندارد (P>0.05). اگرچه pH گوشت ماهی کپور از همه بالاتر (۷/۰۹±۰/۱۲) و حداقل آن در ماهیان آمور و بیگ هد (۶/۹۰±۰/۰۸) ثبت گردید. با اندازه‌گیری pH گوشت پس از یک ماه نگهداری در دمای ۱۸-درجه سانتیگراد هم اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (P>0.05)؛ بطوریکه حداکثر pH گوشت در ماهی کپور (۶/۹۲±۰/۰۴) و حداقل آن در ماهی آمور (۶/۶۹±۰/۰۴) بود. در ادامه روند اندازه‌گیری pH در انتهای ماه دوم هم اختلاف معنی‌داری بین pH گوشت ماهیان مشاهده نگردید (P>0.05)؛ این درحالی است که بالاترین میزان pH در گوشت ماهی کپور (۶/۷۱±۰/۱۳) و حداقل آن در ماهی آمور (۶/۳۶±۰/۰۷) ثبت گردید و در نهایت با اندازه‌گیری pH گوشت ماهیان در انتهای ماه سوم نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد، pH گوشت ماهیان کپور، آمور و بیگ هد اختلاف معنی‌داری را با هم نشان ندادند (P>0.05) ولی، pH گوشت ماهی فیتوفاگ (۵/۶۳±۰/۰۴) با سایر ماهیان مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<0.05).

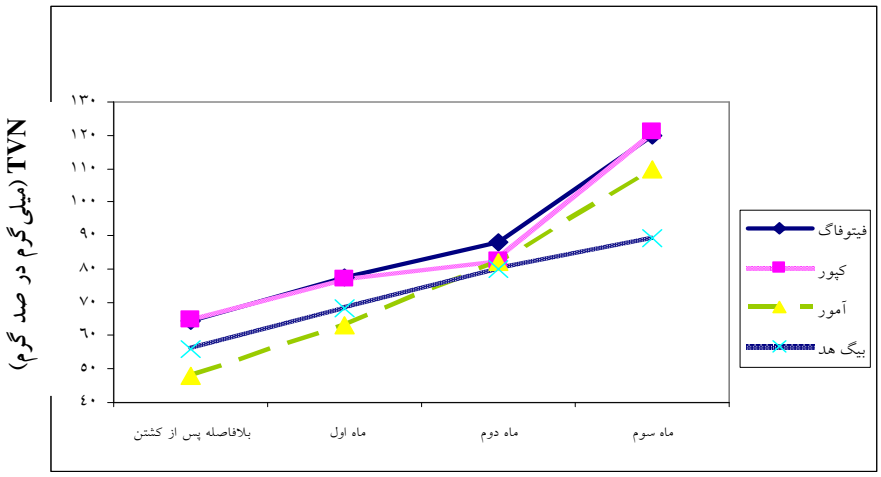
پس از کشتار ماهیان به روش طبیعی TVN گوشت ماهیان در زمان‌های بلافاصله پس از کشتار، یک، دو و سه ماه پس از کشتار و نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد اندازه‌گیری گردید (نمودار ۳).

با بررسی روند TVN گوشت ماهیان مورد آزمایش در شرایط کشتار طبیعی، میزان آن در ماهیان بلافاصله پس از کشتار اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>0.05) و این روند عدم اختلاف معنی‌دار تا انتهای ماه دوم نگهداری گوشت در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد ادامه یافت ولی، در انتهای ماه سوم با اندازه‌گیری میزان TVN مشاهده گردید که گوشت ماهی بیگ هد دارای کمترین مقدار (۹۸±۶ میلی‌گرم در صد گرم) و ماهی کپور دارای حداکثر میزان TVN (۱۲۱±۵ میلی‌گرم در صد گرم) بوده است. اختلاف میزان TVN در گوشت ماهیان آمور، کپور و فیتوفاگ در انتهای ماه سوم اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (P>0.05) ولی، این مقدار در مقایسه با TVN ماهی بیگ هد (۹۸±۶ میلی‌گرم در صد گرم) اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<0.05).

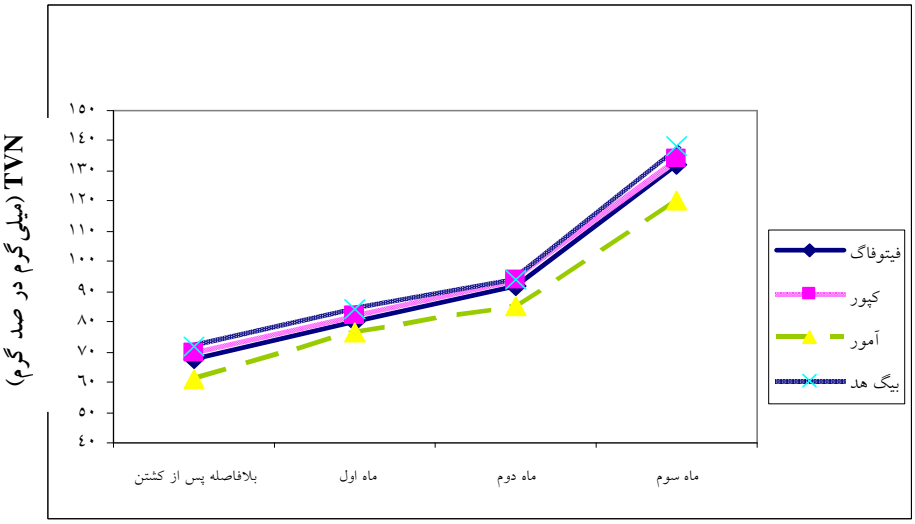
مهم این که شیب تغییرات TVN در انتهای ماه سوم آزمایش در ماهی بیگ هد ملایم‌تر از ماهیان فیتوفاگ، کپور و آمور بود و این در حالی است که این شیب تا انتهای ماه دوم تقریبا روند یکسانی را در همه ماهیان داشته است.

پس از کشتار ماهیان با الکتریسیته TVN گوشت ماهیان در زمانهای بلافاصله پس از کشتار، یک، دو و سه ماه پس از کشتار و نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد اندازه‌گیری گردید (نمودار ۴).

با بررسی روند تغییرات TVN در گوشت ماهیان مورد آزمایش در شرایط کشتار با الکتریسیته، هیچ اختلاف معنی‌داری در مدت آزمایش (بلافاصله پس از کشتن، پس از یک ماه، پس از دو ماه و انتهای ماه سوم) مشاهده نگردید ($P>0.05$). شیب روند تغییرات TVN در گوشت ماهیان مورد آزمایش تا ماه دوم ملایم ولی، از انتهای ماه دوم تا انتهای ماه سوم تندتر گردید.



نمودار ۳: روند تغییرات TVN (میلی‌گرم در صد گرم) گوشت ماهیان مورد آزمایش در شرایط کشتار طبیعی



نمودار ٤: روند تغییرات TVN (میلی‌گرم در صد گرم) گوشت ماهیان مورد آزمایش در شرایط کشتار با الکتریسیته

بحث

استفاده از میدان‌های الکتریکی یا امواج الکترومغناطیس ضعیف بر رفتار طبیعی ماهیان مدتهاست که مورد استفاده قرار می‌گیرد. اثر میدان‌های الکتریکی با شدت مشخص بر ماهیان یک اثر غیرشرطی است که طی آن ماهی حتماً واکنش نشان خواهد داد و هنگامی که ماهی تحت تأثیر میدان‌های مختلف قرار می‌گیرد واکنش‌های مختلفی را از خود نشان می‌دهد. هر چه ولتاژ بیشتر باشد، اثر آن روی ماهی شدیدتر است و هر قدر طول ماهی بیشتر باشد، اثری که جریان روی آن می‌گذارد بیشتر خواهد بود. در ماهیان آستانه اثر الکتریکی وجود دارد که چندان ارتباطی به اندازه‌ی ماهی ندارد. (۴)، آستانه تحریک، دردناکی و

مرگ ماهیان با استفاده از جریان الکتریسیته در برخی از گونه‌های ماهیان دریای خزر را ۳۰-۵ ولت عنوان کرده‌اند که این اعداد با نتایج این تحقیق در مورد ماهیان کپور، آمور، فیتوفاگ و بیگ هد هم‌خوانی دارد.

Lines و همکاران (۲۰۰۵) استفاده از شدت جریان بالای الکتریسیته را مناسب ندانستند و بیان کردند که افزایش شدت جریان الکتریسیته به بافت ماهی صدمه وارد می‌کند و باعث تخریب بافت‌ها می‌شود. اگر چه این کار در تحقیق حاضر انجام نگردید ولی، شدت جریان بالا سبب کشتن ماهی در زمانی اندک شد که ممکن است مشکلات تخریب بافتی را ایجاد نماید. در تحقیق حاضر بررسی شدت جریان الکتریسیته در دامنه تحریک تا بیهوشی مورد مطالعه قرار گرفته است.

استفاده از جریان الکتریسیته جهت بی‌وش کردن ماهیان توسط بسیاری از محققین مورد استفاده قرار گرفته است. Rodrigo و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از جریان الکتریسیته ماهی را بیهوش کردند و برخی از فاکتورهای گوشت ماهی فیتوفاگ از جمله میزان ATP را اندازه‌گیری نمودند که در بررسی حاضر روند تغییرات pH به روش کشتار با جریان الکتریسیته نشان داد که این روند در ماهیان مختلف معنی‌دار نبوده است، اگر چه میزان کاهش pH از ۷/۱ تا ۵/۶ ثبت گردید.

با بررسی pH گوشت ماهی کپور علفخوار که بصورت غوطه‌ور در آب یخ قرار داده شده بود، پس از ۴ روز نگهداری هیچگونه اختلاف معنی‌داری نشان داده نشد ولی، با کشتن ماهی توسط الکتریسیته اختلاف معنی‌داری بین pH گوشت از روز دوم تا روز دهم نگهداری مشاهده گردید. افزایش میزان pH احتمالاً بدلیل تجمع مواد بازی، همچنین آمونیاک و تولیدات تری متیل آمین بوده است که بوسیله میکروارگانیسم‌ها در بافت ماهی تولید شده بودند (۱۶). اگر چه هیچ اختلاف معنی‌داری بین دو روش کشتار مشاهده نگردید، پس از ۴ روز pH گوشت ماهیان در هر دو روش بالای ۶/۸ ثبت گردید که برای مصارف انسانی چندان مناسب نمی‌باشد (۶ و ۱۸) که همین نتایج در تحقیق حاضر نیز حاصل گردید.

Montogner و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی تأثیر جریان الکتریسیته بر کیفیت میکروبی و برخی شاخص‌های گوشت از جمله pH، نتیجه گرفتند که تغییرات میکروبی گوشت با شرایط کشتار طبیعی اختلاف دارد در حالی که در میزان pH تغییرات چندانی مشاهده نگردید. در تحقیق حاضر هم اختلاف pH گوشت ماهیان در شرایط کشتار با الکتریسیته تا انتهای ماه دوم هیچگونه اختلاف معنی‌داری بین کپور ماهیان مشاهده نگردید ولی، در انتهای ماه سوم کاهش pH گوشت ماهی فیتوفاگ بیشتر و اختلاف آن با سایر کپور ماهیان معنی‌دار بود ($P<0.05$) ولی، در شرایط کشتار طبیعی pH گوشت ماهیان کپور، آمور و فیتوفاگ تا انتهای ماه سوم هیچ اختلاف معنی‌داری را با هم نشان ندادند در حالیکه در انتهای ماه سوم pH گوشت ماهی بیگ هد با سایر ماهیان ذکر شده اختلاف معنی‌داری را نشان داده است؛ اگر چه این اختلاف بین تمام ماهیان تا انتهای ماه دوم معنی‌دار نبود.

یکی از فاکتورهای اساسی برای تعیین زمان ماندگاری گوشت ماهیان، بررسی روند تغییرات TVN گوشت می‌باشد. روش تعیین مقادیر TVN جهت تعیین سطوح فساد ماهی در طول دوره نگهداری بکار می‌رود (۱۰، ۱۷و ۲۴). بطوریکه اگر میزان مواد ازته فرار (TVN) از حد معینی (۲۰ میلی‌گرم در صد گرم عضله ماهی) تجاوز کند، گوشت برای مصرف مناسب نمی‌باشد (۳ و ۱۵).

اگر چه اطلاعات زیادی درخصوص بررسی روند تغییرات TVN مارینادِ گزارش گردیده است (۱، ۵، ۱۱و ۱۲) ولی، بررسی روند تغییرات در روش‌های مختلف کشتار در منابع چندان موجود نمی‌باشد.

در مطالعات مربوط به نگهداری گونه‌های مختلف ماهی در فریزر گزارش گردید که ممکن است در ابتدای نگهداری مقدار TVN در سطوح بالایی بوده و این مقدار با توجه به فلور میکروبی و روشهای آنالیز می‌تواند متغیر باشد (۸ و ۲۳) که این روند تغییرات با تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد.

Southgate و Wall (۲۰۰۱) درخصوص کشتار ماهی با جریان الکتریسیته و اثرات آن بر روند میزان TVN گوشت ماهی که به مدت یک ماه در فریزر نگهداری شده بود، بیان کردند که این اختلاف معنی‌دار نبود ($P>0.05$). با بررسی حاضر نتایج نشان داد که در شرایط کشتار طبیعی روند تغییر میزان TVN تا انتهای ماه دوم نگهداری معنی‌دار نبود ولی از ماه دوم تا ماه سوم، میزان TVN گوشت ماهیان آمور، کپور و فیتوفاگ معنی‌دار نبود ولی، همه این ماهیان با بیگ هد در میزان TVN اختلاف معنی‌داری را نشان داده‌اند ($P<0.05$). ولی، در شرایط کشتار با جریان الکتریسیته با بررسی روند تغییرات میزانTVN گوشت ماهیان آمور، کپور، فیتوفاگ و بیگ هد هیچگونه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($P>0.05$)؛ لذا تحقیق حاضر با تحقیق ایشان نیز هم‌خوانی دارد.

نتایج این تحقیق نشان داده است که آستانه تحریک کپور ماهیان نسبت به جریان الکتریسیته یکسان بوده و اختلاف معنی‌داری بین آنان وجود نداشت ولی، آستانه دردناکی در ماهی فیتوفاگ از همه کمتر و ماهیان کپور، آمور و بیگ هد مشابه می‌باشد. همچنین آستانه مرگ در ماهیان کپور و بیگ هد مشابه و با ماهیان آمور و فیتوفاگ این اختلاف معنی‌دار بود. با بررسی میزان pH و TVN گوشت کپور ماهیان در شرایط کشتار طبیعی و با استفاده از جریان الکتریسیته نشان داد که تغییرات

pH گوشت ماهیان در شرایط کشتار طبیعی اختلاف معنی‌داری را بلافاصله پس از کشتن نداشتند در حالیکه در انتهای ماه دوم و سوم در برخی از گونه‌ها این اختلاف معنی‌دار بود. با اندازه‌گیری میزان TVN در کشتار طبیعی و با استفاده از جریان الکتریسیته، مشخص گردید که تغییرات TVN در شرایط کشتار با جریان الکتریسیته اختلاف معنی‌داری را تا انتهای ماه سوم نشان نداد ولی، این تغییرات در شرایط کشتار طبیعی در انتهای ماه سوم معنی‌دار بود($P<0.05$).

منابع

۱-اسماعیل‌زاده کناری، ر.؛ سحری، م.ع. و حمیدی اصفهانی، ز.، ۱۳۸۱. مقایسه ترکیبات غذایی گوشت ماهی سفید و ماهی علفخوار پرورشی و فرآوری ماریناد از آنها. مجله علمی شیلات ایران، سال یازدهم، صفحات ۱۳ تا ۲۸.

۲-حسام، ا.، ۱۳۷۹. تغییرات پس از صید در ماهی و نقش جمود نعشی در عمل‌آوری ماهی. فصلنامه آبزی‌پرور. شماره ۳۰، صفحات ۵۸ تا ۶۱.

۳-ماجدی، م.، ۱۳۷۳. روش‌های آزمون شیمیایی مواد غذایی. انتشارات دانشگاه تهران. ۱۰۸ صفحه.

۴-ملنیکوف، ا.، ۱۳۷۸. تکنولوژی صید آبزیان. جزوه درسی دوره دکتری شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۲۷ صفحه.

۵-یحیایی، م.، ۱۳۷۳. بررسی روش‌های تولید ماریناد گرم و سرد از ماهی کیلکا و اثر آن بر روی زمان ماندگاری فرآورده تولید شده. فرآوری آبزیان: مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس ملی شیلات ایران، صفحات ۵۵ تا ۷۶

6-Ababouch, L.H.; Souibri, L.; Rhaliby, K., Ouahdi, O.; Battal, M. and Busta, F.F., 1996. Quality changes in sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice and at ambient temperature. Food Microbiol., Vol. 13, No. 2, pp.123–132.

7-Acerete, A.; Reig, L.; Alvarez, D.; Flos, R. and Tort, L., 2009. Comparison of two stunning/slaughtering methods on stress response and quality indicators of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Aqua., 287:139-144.

8-Antonacopoulas, N. and Vyncke, W., 1989. Determination of volatile basic nitrogen in fish: A third collaboration study by the West European Fish Technologists Association (WEFTA). Zeitschrift Fur Lebensmittel-Untersuchung Und-Forschung.189:309-316.

9-Bermmer, A. and Jahnson, M., 1996. Poultry meat hygiene and inspection. Saunders, London. FAWC,1996. Report on the welfare of farmed fish. The Farm Animal Welfar Council, London, UK. http://www.fawc.org.uk.

10-Cobb, B.F. and Venderzont, G., 1975. Development of a chemical test for shrimp quality. J. Food Sci., 40:121-124.

11-El Marrakchi, A.; Bennour, M.; Bouchriti, N.; Hamama, A. and Togafait, H., 1990. Sensory, chemical and microbiological assessment of Moroccan sardines (*Sardina pillchardus*) stored in Ice. J. Food Protec., Vol. 53, No. 1, pp.600-605.

12-Gokoglu, N.; Gengiz, E. and Pinar, Y., 2002. Determination of the shelf life of marinated sardine (*Sardina pillchardus*) stored at 4°C. J. Food Control.,15:1-4.

13-Gregory, N.G., 1998. Animal welfare and meat science. CAB International, Wallingford, UK. Kestin, S., Wotton, S., Adams, A., 1995.The effect of CO_2,concussion or electrical stunning of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on fish welfare. Abstract of Poster. Special Publication No. 23. Aquaculture Europe' 95, Trondheim, Norway, August 9-12, 1995. European Aquaculture Society, 380P.

14-Haard, N.F., 1992. Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish. Food Res. Int., 25:289-307.

15-Hall, G.M., 1994. Fish processing technology. Camper & Hall. London. U.K. 309P.

16-Huss, H.H.; Jacobsen, M. and Liston, J. (Eds.), 1988. Quality assurance in the fish industry. Elsevier Science Publishers BV, Amsterdam, pp.377–387.

17-Keitzmann, U.; Pribe, K.; Rakov, D. and Reichstein, K., 1969. See fisch als lebensmitted. Hamburg, Berlin: Paul Pary Verlag.

18-Kyrana, V.R.. and Lougovois, V.P., 2002. Sensory chemical and microbiological assessment of farm-raised European sea bass

(*Dicentrarchus labrax*) stored in melting ice. Int. J. Food Sci. Technol., Vol. 37, No. 3, pp.319–328.

19-Lambooij, E.; van de Vis, J.W.; Kloosterboer, R.J. and Pieterse, C., 2002. Evaluation of captive needle stunning of farmed eel (*Anguilla nguilla* L.): Suitability for humane slaughter. Aqua., 212:141–148.

20-Lines, J.A. and Kestin, S.C., 2005. Electric stunning of trout: Power reduction using a two – stage stun. Aqua. Eng., 32:483-491.

21-Lougovois, V.P.; Kyranas, E.R. and Kyrana, V.R., 2003. Comparison of selected methods of (*Sparus aurata*). Food Res. Int. 36:551–560.

22-Montagner, S.T.; Scherer, R.; Lobato, L.P.; Kriese, P.R.; Milani, L.G.; Kubota, E.; Fries, L.L.M. and Emanuelli, T., 2005. Effect of direct electric current on microbiological quality of white croaker (*Micropogonias furnieri*). Food Microbiol., 22:227–231.

23-Morzel, M. ; Sohier, D. and van de Vis, J.W., 2002. Evaluation of slaughtering methods of turbots with respect to animal protection and flesh quality. J. Sci. Food Agri.,82:19–28.

24-Ohlenschalger, J., 1981. Industrial dry electro-stunning followed by chilling and decapitation as a slaughter method in Claresse (*Heteroclarias* sp.) and African catfish (*Clarias gariepinus*). 53:33-34.

25-Parisi, G.; Franci, O. and Poli, B.M., 2002. Application of multivariate analysis to sensorial and instrumental parameters of freshness in refrigerated sea bass (*Dicentrarchus labrax*) during shelf life. Aqua., Vol. 214, No. 1–4, pp.153–167.

26-Rehbein, H. and Ohlenschalger, J., 1982. Zur zusammensetzung der TVB-N fraction in sauren extrakten und alkalischen distillation von seefish fillet. Archiv Fur Lebensmittelhygiene. 33:44-48.

27-Ribas, L.; Flos, R.; Reig, L.; MacKenzie, S.; Barton, B.A. and Tort, L., 2007. Comparison of methods for anaesthetizing Senegal sole (*Solea senegalensis*) before slaughter: Stress responses and final product quality. Aqua., 269:250–258.

28-Richardson, R.I. and Mead, G.C., 1999. Poultry meat science. CAB International, Wallingford, UK.

29-Robb, D.H.F. and Kestin, S.C., 2002. Methods used to kill fish: Field observations and literature reviewed. Animal. Welfer., 11:269–282

30-Rodrigo, S.; Paula, R. and Vivian, C., 2006. Chemical and microbiological quality of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) slaughtered by different methods. Food Chem., 99:136-142.

31-Roth, B.; Imsland, A.; Gunnarsson, S.; Foss, A. and Schelvis, R., 2007. Slaughter quality and rigor contraction in farmed turbot (*Scapthalmus maximus*). A caparison between different stunning methods. Aqua., 272:754-761.

32-Simmons, N.J., 1989. Electrical stunning of pigs. The effect of different stunning methods on the incidence of blood splash, broken bones and PSE occurrences. M.Sc. Thesis. University of Bristol, UK. 102P.

33-Southgate, P. and Wall, T., 2001. Welfare of farmed fish at slaughter. In practice. J. British Vet. Assoc., Vol. 23, No. 5, pp.277-284.

34-Van de Vis, J.W.; Kestin, S.C.; Robb, D.F.H.; Oehlenschläger, J.; Lambooij, E.; Münkner, W.; Kuhlmann, H.; Kloosterboer, R.J.; Tejada, M.; Huidobro, A.; Otterå, H.; Roth, B.; Sørensen, N.K.; Akse, L.; Byrne, H., and Nesvadba, P., 2003. Is humane slaughter of fish possible for industry? Aqua. Res., 34: 211–220.

35-Watabe, S.; Kamal, M. and Hashimoto, K., 1991. Postmortem changes in ATP, creatine phosphate and lactate in sardine muscle. J. Food Sci. 56:151-154.