# بررسی خصوصیات کیفی گوشت ماهی کپور معمولی پس از صید و کشتار به روش‌های خون‌گیری و یخ‌گذاری

بهاره شعبانپور [۱*]، کاوه رحمانی‌فرح [۲]، علی شعبانی [۳]

۱- دانشیار گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- دانشجوی دکتری شیلات، خیابان شهید بهشتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- دانشیار گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

**(تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۲۱)**

## چکیده

در این پژوهش ماهی‌ها با خون‌گیری و یخ‌گذاری به‌طور مستقیم کشتار شدند و خصوصیات کیفی گوشت آن‌ها به‌منظور ارزیابی اثرات فعالیت قبل از مرگ بر کیفیت گوشت ماهی، بررسی گردید. جمود نعشی با روش اُفتادگی دم از لبه میز اندازه‌گیری شد. نتایج نشان دادند که روش کشتار ماهی بر کیفیت گوشت تاثیر معنی‌دار دارد ($P<۰/۰۵$). جمود نعشی در ماهی‌هایی که به‌طور مستقیم با یخ‌گذاری مردند ۱۲ ساعت پس از مرگ کامل شد درحالیکه ماهی‌هایی که با روش خون‌گیری و یا با خارج شدن از آب (شاهد) کشتار شدند، به‌ترتیب ۹ و ۳ ساعت پس از مرگ جمود نعشی کامل داشتند. به‌طور کلی طی دوره آزمایش pH گوشت در تیمار یخ‌گذاری شده بیشتر از سایر تیمارها و برای تیمارهای یخ‌گذاری، خون‌گیری و شاهد بلافاصله پس از مرگ به‌ترتیب ۶/۵۳، ۶/۳۴ و ۶/۳۲ بود. شاخص انکسار چشم در کلیه تیمارها طی ۷۲ ساعت روند افزایشی نشان داد و دامنه تغییرات آن از ۱/۳۶ تا ۴/۸۴ بود. در تیمار یخ‌گذاری شده در کل دوره شاخص انکسار چشم کمتر از دیگر تیمارها بود. میزان آب‌چک تولید شده نیز اختلاف معنی‌داری بین تیمارها داشت ($P<۰/۰۵$). درصد آب‌چک ۷۲ ساعت پس از مرگ در تیمارهای یخ‌گذاری، خون‌گیری و مرگ خارج آب به ترتیب ۱/۷۳، ۱/۸۴ و ۱/۸۶ بود. نتایج رنگ‌سنجی گوشت ۷۲ ساعت پس از مرگ، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف نشان نداد ($P>۰/۰۵$). روش‌های کشتار یخ‌گذاری، خون‌گیری و مرگ خارج آب تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های رنگ‌سنجی پوست بین تیمارها و در طول ۷۲ ساعت نگه‌داری پس از مرگ داشت ($P<۰/۰۵$). میزان روشنایی، زردی و ته‌رنگ پوست ماهیان طی دوره روند افزایشی و قرمزی روند کاهشی داشت. فام تغییرات قابل توجهی در طول دوره نشان نداد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که ماهی‌هایی که مستقیماً با یخ‌گذاری کشتار شدند کیفیت گوشت بهتری نسبت به سایر تیمارها داشتند.

**کلید واژه‌گان:** یخ‌گذاری، خون‌گیری، کیفیت گوشت، ماهی کپور معمولی.

* مسئول مکاتبات: b_shabanpour@yahoo.com



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-18 ]

## ۱- مقدمه

تاثیرات منفی استرس کشتار بر اُفت کیفیت گوشت دام و طیور از پیش شناخته شده است [۱]. تقلای ماهی در خشکی تا زمانیکه در نهایت در اثر خفگی بمیرد باعث تحمیل استرس به ماهی شده که متعاقباً منجر به تغییرات فیزیولوژیکی شدید در بدن ماهی می‌شود. این تغییرات با افزایش فعالیت‌های ماهیچه‌ای همراه است به‌طوریکه ذخایر انرژی ماهیچه و کبد را تخلیه کرده و نهایتاً تعادل اسید و باز را بهم می‌زنند [۲]. استرس و فعالیت‌های ماهیچه‌ای طی کشتار و دستکاری‌های قبل از مرگ همچنین می‌تواند زمان کامل شدن جمود نعشی را نزدیکتر کند [۳] که این مساله بافت را تحت تاثیر قرار داده و در مجموع این تغییرات کیفیت محصول را کاهش می‌دهند [۴]. امروزه یکی از دغدغه‌های آبزی‌پروری کاهش استرس کشتار در ماهی است چراکه با صرف هزینه و زمان کم می‌توان کیفیت محصول را به نحو مطلوب حفظ کرد [۵]. کپور معمولی از ماهیان پرمصرف کشور می‌باشد. این ماهی پس از خروج از آب تا ساعت‌ها زنده می‌ماند و پس از تقلای زیاد می‌میرد.

از جمله نشانه‌های اُفت کیفیت ماهی پس از مرگ می‌توان به کمرنگ شدن گوشت [۶و ۷]، تکه‌تکه شدن عضلات [۸]، نرم شدن بافتِ عضله [۹] و ضعیف شدن فیبرهای عضلانی [۱۰] اشاره کرد. همچنین ظرفیت نگه‌داری آب گوشت از جمله مولفه‌های مهم در بحث کیفیت گوشت می‌باشد که بر کیفیت فرآورده‌های تولید شده از گوشت ماهی اثرات چشمگیری دارد [۵]. افزایش میزان آب‌چک گوشت علاوه‌بر اُفت کیفی محصول، با خارج کردن مقادیری آب از گوشت، کمیت محصول نهایی را کاهش داده و از راندمان اقتصادی محصول می‌کاهد [۲]. بعلاوه رنگ فیله [۶] و رنگ پوست [۶] نیز از دیگر فاکتورهای کیفی ماهی می‌باشند که در بازاریابی محصول نقش بسزایی دارد. محققین بسیاری به مطالعه استرس وارد شده بر ماهی هنگام کشتار و اثرات آن بر خصوصیات کیفی گوشت پرداخته‌اند [۳و۱، ۱۳-۱۱].

خون‌گیری با قطع کمان‌های آبششی یکی از روش‌های تجاری برای کشتار ماهیان در کشورهای انگلستان و نروژ است [۶]. در این روش ۴ کمان آبششی یک طرف سر ماهی جدا شده و مرگ با خفگی خارج از آب یا در اثر کم‌خونی حاصل می‌شود. در صنعت آبزی‌پروری قزل‌آلای رنگین کمان و ماهی آزاد اقیانوس اطلس اعتقاد بر اینست که قلبِ جاندار، نقش فعالی در خارج کردن خون ماهی دارد [۱۴] و با بهره‌مندی از این روش می‌توان کیفیت گوشت ماهی را حفظ کرد [۱۵]. یکی دیگر از روش‌های کشتار ماهی نگه‌داری ماهیان زنده پس از صید در جعبه‌های پلی‌استرینی حاوی یخ می‌باشد [۱۶]. هدف از نگه‌داری ماهیان در یخ سرد کردن و بیهوش کردن همزمان ماهی است به‌طوریکه سرما عملکرد مغز را زودتر تحت تاثیر قرار داده و ماهی سریع‌تر بیهوش می‌شود. در این روش ماهی پس از بیهوشی و بی‌حرکت شدن در یخ‌های خرد شده، در اثر خفگی خارج از آب می‌میرد [۱۷]. هدف از این پژوهش بررسی و مقایسه خصوصیات کیفی گوشت ماهی کپور معمولی پس از مرگ با خون‌گیری و یخ‌گذاری می‌باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲- ۱- ماهی‌های آزمایشی

به‌منظور مطالعه خصوصیات کیفی گوشتِ ماهی کپور معمولی کشتار شده به روش‌های مختلف، در آبانِ سال ۱۳۸۷ تعدادی ماهی کپور معمولی با وزن بازاری حدود ۱ کیلوگرم از استخرهای پرورش ماهیان گرمابی منطقه اینچه برون استان گلستان تهیه گردیدند و با مخزن مجهز به سیستم هوادهی به مرکز تحقیقات آبزی پروری گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل گردید و به منظور سازگاری با شرایط جدید و برقراری شرایط فیزیولوژیک عادی، ماهی ها به مدت یک ماه در مخازن فایبر گلاس دایره‌ای ۴۰۰ لیتری با تراکم ۱/۵ کیلوگرم بر متر مکعب، نگهداری شدند. مخازن نگهداری ماهی‌ها به‌طور مداوم هوادهی شد. ۴۸ ساعت قبل از اعمال روش های کشتن، غذادهی ماهیان قطع شد. بدین منظور ۲۴ عدد ماهی با میانگین وزن و طول به ترتیب ۳۴ ± ۱۰۳۱ گرم و ۰/۴ ± ۳۲/۱ سانتی متر به طور تصادفی انتخاب شدند. زیست سنجی توسط ترازوی دیجیتال (دقت ۱ گرم) و تخته زیست‌سنجی (دقت ۱ میلی‌متر) انجام گردید.

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-18 ]

## ۲- ۲- کشتار ماهیان

در این پژوهش ماهی‌ها به سه گروه تقسیم و به سه روش کشتار گردیدند: گروه اول پس از صید با تور دستی از مخازن نگه‌داری به‌طور مستقیم در یخ خورد شده قرار گرفتند و پس از بیهوشی کامل با ضربه به سر کشتار شدند. گروه دوم با تور دستی صید و کمان‌های آبششی آنها سریعاً با قیچی قطع شد. برای مقایسه با روش رایج کشتار ماهی در کشور گروه شاهد از آب خارج بدون هیچ‌گونه عملیات اضافی کشتاری تا زمان مرگ در هوا قرار گرفتند.

## ۲- ۳- نمونه برداری

به‌منظور بررسی خصوصیات کیفی گوشت ماهیان تیمارهای مختلف بلافاصله پس از مرگ در جعبه های استیروفوم حاوی یخ قرار داده شدند و نمونه برداری برای ارزیابی برخی خواص فیزیکوشیمیایی گوشت ماهیان، در دوره های زمانی ۰، ۳، ۹، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۶۰ و ۷۲ ساعت پس از مرگ انجام گرفت. نمونه برداری زمان صفر بلافاصله پس از مرگ ماهی ها صورت گرفت.

## ۲- ۴- اندازه‌گیری مولفه‌های کیفی گوشت

pH گوشت با وارد کردن pH متر ( Testo 206 pH2، آلمان) با الکترود خودکاری در عضلات بخش پشتی ماهیان اندازه گیری شد. جهت تعیین شاخص جمود نعشی، میزان خمیدگی بدن و ساقه دمی بر اساس روش بیتو و همکاران [۱۸] محاسبه گردید. بدین ترتیب که نصف طول (قسمت سر ماهی) بر روی لبه میز قرار گرفت و ارتفاع بین قسمت روی میز و دم ماهی به‌وسیله‌ی تخته جمودمتر اندازه‌گیری شد و نتایج بر اساس درصد به صورت شاخص جمود ارائه گردید. شاخص جمود نعشی با محاسبه اختلاف ارتفاع آن قسمتی از بدن ماهی که بلافاصله پس از کشتار از لبه میز آویزان شده، از ارتفاع آن قسمتی از بدن ماهی که در هر یک از زمان‌های نمونه‌گیری از لبه میز آویزان شده تقسیم بر ارتفاع آن قسمتی از بدن ماهی که بلافاصله پس از کشتار از لبه میز آویزان شده ضرب در ۱۰۰، محاسبه گردید. جهت اندازه‌گیری میزان آب‌چک، از قسمت پشتی ماهی یک فیله با اندازه های حدود ۱× ۲× ۲۰ سانتیمتر از هر ماهی تهیه و با دقت ۰/۰۰۱ توسط ترازوی دیجیتال وزن شد و در فویل آلومینیومی پیچیده و در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگه داری شد. بعد از ۹۶ ساعت نگه‌داری، فویل‌ها باز شده و فیله مجدداً توزین شد [۸]. درصد آب چک با محاسبه اختلاف وزن فیله قبل و بعد از نگه‌داری در یخچال بخش بر وزن اولیه فیله بعد از نگه‌داری در یخچال ضرب در ۱۰۰، محاسبه گردید. برای سنجش شاخص انکسار چشم یک قطره از مایع چشمی به وسیله سرنگ از چشم استخراج شد و انکسار آن بوسیله ی دستگاه رفراکتومتر دیجیتالی دارای تصحیح کننده دما (CETI, ABBE. BELGIUM) سنجیده و با درجه بریکس نشان داده شد. نمونه برداری برای محاسبه شاخص انکسار چشم با توجه به محدود بودن میزان مایع چشمی، در زمان های ۳۶ و ۶۰ ساعت پس از مرگ انجام نشد. دستگاه قبل از انجام آزمایش با استفاده از آب مقطر بر روی عدد صفر تنظیم گردید [۱۹]. در این آزمایش رنگ پوست و فیله ماهیان مورد سنجش قرار گرفت. رنگ پوست ماهی بالای خط جانبی پشت سر، در ساعات ۰، ۳۶ و ۷۲ ساعت پس از مرگ با اندازه گیری میزان طیف های رنگی توسط دستگاه رنگ سنج Lovibond (CAM-system 500، انگلستان) سنجیده شد. پس از عکس برداری اولیه مقادیر $L^*$، $a^*$، $b^*$ توسط دستگاه مجهز به رایانه تعیین شد. فاکتورهای Hue و Chroma نیز به طریق زیر محاسبه گردیدند:

رابطه شماره ۱: $H°_{ab} = \text{Arctan}\,(b^*/a^*)$

رابطه شماره ۲: $C°_{ab} = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$

ارزیابی رنگ فیله ماهیان فقط ۷۲ ساعت پس از مرگ انجام شد. بدین منظور پوست ماهیان به‌طور کامل از گوشت جدا شد و از سمت چپ بدن مورد آنالیز رنگ سنجی قرار گرفتند. متغیر $L^*$ برای بیان شاخص روشنایی گوشت از ۰ (بُعد سیاهی) تا ۱۰۰ (بُعد سفیدی) بود، شاخص $a^*$ برای بیان بُعد قرمزی- سبزی ($a^*$+نشان دهنده قرمزتر و $a^*$-نشان دهنده سبزتر) و $b^*$ برای بیان بُعد زرد -آبی ($b^*$+نشان دهنده زردتر $b^*$-نشان دهنده آبی تر) می باشد [۲۰].



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-18 ]

## ۲- ۵- آنالیزهای آماری

نرمال بودن داده‌های به دست آمده ابتدا با آزمون کولموگروف اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفته و سپس مورد آنالیز واریانس یک طرفه قرار گرفتند. برای بررسی اختلاف‌های آماری بین فاکتورهای کیفی گوشت در طول زمان، روش‌های کشتار و زمان به طور مجزا مورد مطالعه قرار گرفتند. جهت مقایسه میانگین‌ها در زمان‌های مختلف نمونه‌گیری و در بین تیمارهای مختلف از آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ استفاده گردید. آنالیز آماری در این تحقیق با استفاده از نرم افزار آماری SPSS 16 انجام گرفت.

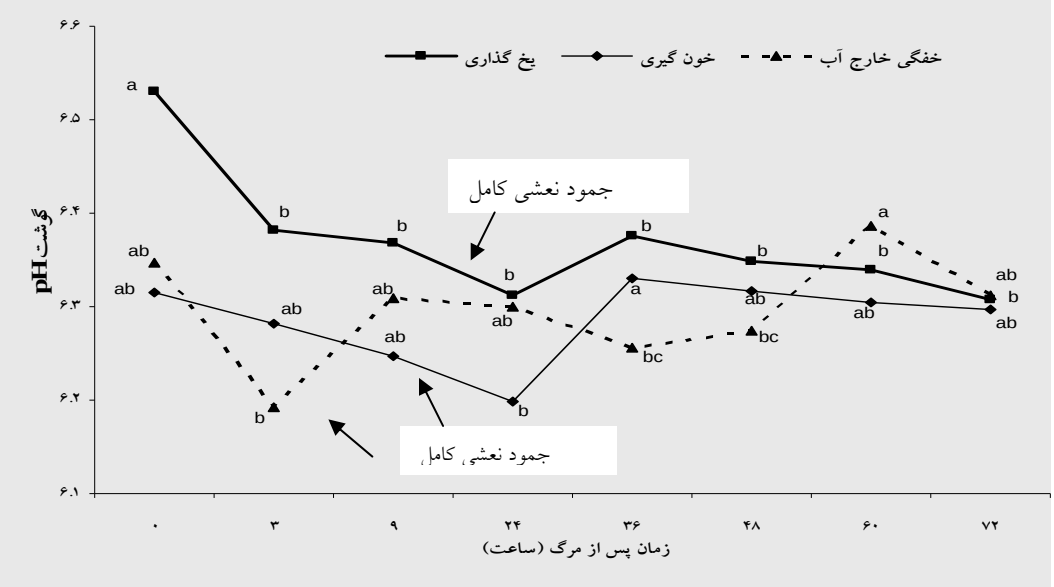
## ۳- نتایج و بحث

طول دوره جمود نعشی به عنوان یکی از شاخص‌های کیفیت گوشت مطرح می‌باشد [۲۱،۵]. دراین تحقیق کشتار ماهی‌ها به روش‌های مختلف تاثیر معنی‌داری بر زمان کامل شدن جمود نعشی در تیمارهای مختلف داشت ($P<۰/۰۵$). جمود نعشی در ماهی‌هایی که با قطع کمان‌های آبششی (خونگیری) کشتار شدند پس از ۹ و در ماهی‌هایی که یخ‌گذاری شدند پس از ۱۲ ساعت از کشتار کامل شد درحالیکه تیمار شاهد ۳ ساعت پس از کشتار جمود نعشی کامل را دارا بودند. حداکثر شاخص جمود (کامل شدن جمود نعشی) برای تیمارهای یخ‌گذاری ۵۱/۳۵، خونگیری ۴۴/۱۸ و مرگ در هوا ۷۷/۶۳ بود. استرس قبل از مرگ همراه با روش‌های کشتار باعث فعالیت فیزیکی بیشتری قبل از مرگ شده و سبب تخلیه ذخایر انرژی گلیکوژن و مصرف ATP بدن می شود و به طور همزمان تولید اسید لاکتیک در عضله رخ می دهد [۲۲]. در این آزمایش ماهی‌هایی که خارج از آب مردند قبل از مرگ تقلای بیشتری نسبت به ماهی‌های دیگر تیمارها نشان دادند. نتایج بدست آمده نشان می‌دهند که افزایش فعالیت با کاهش ذخایر انرژی موجب تسریع در کامل شدن جمود نعشی در ماهی‌های تیمار شاهد گردید. با توجه به جدول شماره ۱، روند کندتر جمود نعشی در ماهی‌های تیمار یخ‌گذاری شده نسبت به ماهی‌های تیمار خونگیری و مرگ در هوا، مشاهده می‌گردد. باگنی و همکاران [۳] بیان کردند زمانی که ماهی با حداقل استرس کشتار شوند گلیکوژن بیشتری در عضله باقی مانده و با توجه به رابطه بین گلیکوژن و اسید لاکتیک، فرایند جمود نعشی به‌طور تدریجی رخ می‌دهد.

سنجش pH گوشت یکی از رایج ترین روش های بررسی کیفیت گوشت می‌باشد [۲۳،۲۴]. در مطالعه حاضر روش‌های کشتار مختلف بر روند تغییرات pH گوشت ماهیان تاثیر معنی‌داری نشان دادند ($P<۰/۰۵$) (نمودار ۱).

میانگین pH گوشت بلافاصله پس از مرگ در تیمارهای یخ‌گذاری، خونگیری و شاهد به‌ترتیب ۶/۵۳، ۶/۳۲ و ۶/۳۴ بود. ماهی‌های تیمار شاهد ۳ ساعت پس از مرگ حداقل pH را دارا بودند در حالیکه دیگر تیمارها ۲۴ ساعت پس از مرگ به حداقل pH رسیدند. حداقل pH در هر دو تیمار شاهد و خونگیری ۶/۱۹ و در تیمار یخ‌گذاری ۶/۳۱ بود. گلیکولیز بی‌هوازی پس از مرگ با تجمع اسید لاکتیک بین سلولهای عضلانی موجب کاهش pH عضله می‌شود [۲۵]. بعلاوه تولید غیر فعال اسید لاکتیک در عضله معمولاً بعد از مرگ افزایش می‌یابد [۳]. در این پژوهش فعالیت بیشتر ماهیان تیمارهای شاهد و خونگیری احتمالاً سبب تولید اسید لاکتیک بیشتر و کاهش pH در زمان بلافاصله پس از مرگ شد. همچنین حداقل pH در تیمار شاهد زودتر رخ داد. گاتیکا و همکاران [۲۵] در مطالعه بر ماهی آزاد اقیانوس اطلس مشاهده کردند که ماهی‌هایی که قبل از مرگ فعالیت و تقلای بیشتری داشتند نسبت به ماهی‌هایی که قبل از مرگ فعالیت کمتری داشته و سریعاً مردند، بلافاصله پس از مرگ pH کمتری داشتند و زودتر به حداقل pH رسیدند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. نتایج pH گوشت که در نمودار ۱ آمده است نشان می‌دهد زمانی که pH عضله حداقل یا نزدیک به حداقل است جمود نعشی کامل شده است. هوس و همکاران [۲۶] بیان کردند که به دنبال فعالیت‌های شدید ماهی هنگام مرگ، ذخایر گلیکوژن تخلیه شده و اسید لاکتیک قابل توجهی در عضلات تولید خواهد شد و درنتیجه زمان حداقل pH گوشت و کامل شدن جمود نعشی بهم نزدیک خواهد شد. ۳۶ ساعت پس از مرگ تغییرات pH تعدیل شد و بین تیمارها اختلاف آماری مشاهده نگردید.

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-18 ]




**نمودار ۱** تغییرات pH گوشت کپور ماهیان کشتار شده به روش یخ‌گذاری، خون‌گیری و خفه‌شده خارج آب (اعداد میانگین ۸ تکرار و خطای معیار می‌باشند)، (a-b) حروف متفاوت نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار pH گوشتِ هر یک از تیمارهای آزمایشی در زمان‌های نمونه‌برداری مختلف می‌باشد (P<۰/۰۵).

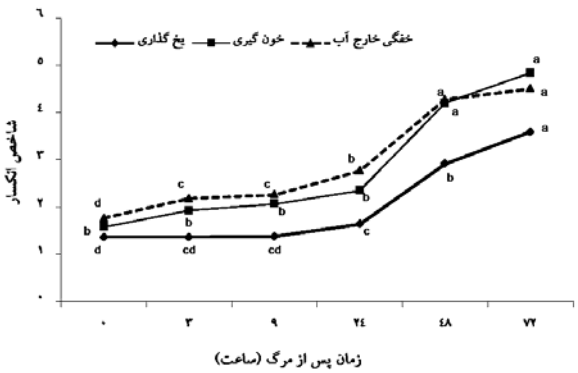
**جدول ۱** میانگین شاخص جمود نعشی کپور ماهیان کشتار شده به روش‌های یخ‌گذاری، خون‌گیری و خفه‌شده خارج آب

| زمان پس از مرگ (ساعت) | تیمارهای آزمایشی[۱] | | |
|---|---|---|---|
| | یخ‌گذاری | خون‌گیری | خفگی خارج آب |
| ۰ | ۰±۴/۵۳ e(۲) | ۰±۴/۸۲ d | ۰±۶/۹۱ d |
| ۳ | ۲۵/۶۸±۱۱/۸۸ bcd | ۲۶/۷۱±۱۲/۳۵ c | ۷۷/۶۳±۷/۶۶ a |
| ۹ | ۴۲/۹۱±۸/۱۰ ab | ۴۴/۱۸±۸/۶۶ a | ۳۷/۹۷±۵/۱۳ b |
| ۱۲ | ۵۱/۳۵±۱۲/ ۲۸ a | ۳۹/۰۴±۱۰/۵۹ ab | ۳۲/۲۱±۷/۵۶ b |
| ۲۴ | ۲۸/۳۸±۳/۶۶ bc | ۲۸/۷۷±۳/۷۸ bc | ۳۷/۶۴±۹/۲۶ b |
| ۳۶ | ۱۷/۵۷±۳/۶۶ cd | ۱۶/۴۴±۳/۶۶ c | ۲۸/۱۵±۸/۴۰ b |
| ۴۸ | ۱۴/۵۳±۵/۳۴ de | ۱۲/۶۷±۵/۵۵ cd | ۱۱/۸۸±۵/۵۹ c |
| ۶۰ | ۱۲/۸۴±۵/۸۱ de | ۱۳/۰۱±۳/۹۸ cd | ۱۱/۵۴±۷/۳۸ c |
| ۷۲ | ۱۲/۱۶±۵/۵۹ de | ۱۲/۶۷±۵۵/۵۰ cd | ۱۴/۵۹±۵/۲۶ c |

(۱) میانگین و خطای معیار، (۲) حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار شاخص جمود در هر تیمار آزمایشی می‌باشد.

اُفت کیفیت گوشت ماهی پس از مرگ با تغییراتی در دیگر شاخص‌های کیفی همچون شاخص انکسار مایع چشمی همراه می‌باشد [۲۹]. در این پژوهش شاخص انکسار مایع چشمی تیمار کشتار با خون‌گیری همواره طی دوره ۷۲ ساعته نگه‌داری در یخ از دیگر تیمارها کمتر بود (P<۰/۰۵). شاخص انکسار در کلیه تیمارها روند افزایشی و الگوی یکسانی را نشان داد (نمودار ۲).

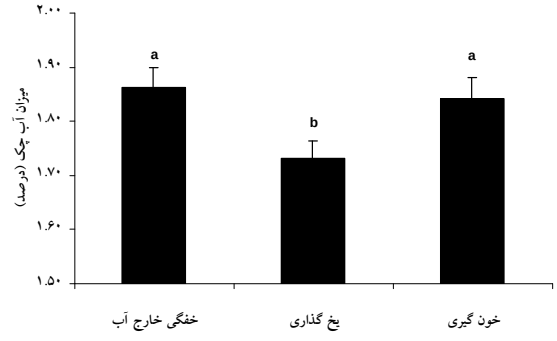
[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-18 ]




**نمودار۲** تغییرات ضریب شکست مایع چشمی کپور ماهیان کشته‌شده به روش یخ‌گذاری، خون‌گیری و خفه‌شده خارج آب (اعداد میانگین ۸ تکرار و خطای معیار می‌باشند)، (a-d) حروف متفاوت نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار شاخص انکسار چشمِ هر یک از تیمارهای آزمایشی در زمان‌های نمونه‌برداری مختلف می‌باشد (P<۰/۰۵).

۴۸ ساعت پس از مرگ کیفیت مایع چشمی به‌طور معنی‌دار در کلیه تیمارها کاهش یافت (دامنه تغییرات از ۱/۳۶ تا ۴/۸۴ بود). در زمان نگه‌داری ماهی پس از مرگ، به‌دلیل کاهش شفافیت مایع چشمی، ضریب شکست مایع چشمی افزایش می‌یابد [۲۷]. ریباس و همکاران [۱۲] شاخص انکسار پایین‌تر ماهیان کشتار شده خارج از هوا را نسبت به ماهیان کشته شده در آب‌یخ گزارش کردند که مصدق نتایج این پژوهش می‌باشد.

نتایج بررسی میزان آب‌چک تولید شده طی ۹۶ ساعت پس از مرگ که در نمودار ۳ آمده است.




**نمودار۳** میانگین میزان آب‌چک عضله کپور ماهیان کشتار شده به روش یخ‌گذاری، خون‌گیری و خفه‌شده خارج آب پس از ۹۶ ساعت از مرگ (اعداد میانگین ۸ تکرار و خطای معیار می‌باشند)، (a-b) حروف متفاوت نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار میزان آب‌چک گوشت بین تیمارهای مختلف می‌باشد (P<۰/۰۵).

اختلاف معنی‌داری نشان دادند (P<۰/۰۵). درصد آب‌چک تولیدی در تیمارهای یخ‌گذاری، خون‌گیری و مرگ خارج آب به ترتیب ۱/۷۳، ۱/۸۴ و ۱/۸۶ بود. نتایج میزان آب‌چک تولیدشده در مطالعه حاضر با نتایج روت و همکاران [۸] که تاثیر فعالیت عضلات را بر خصوصیات کیفی گوشت بررسی کردند همخوانی داشت. بعلاوه روت و همکاران [۱۱] بیان کردند که pH عضله متاثر از نیروی ایزواسمتیک، ارتباط نزدیکی با میزان آب‌چک عضله دارد. کاهش سریع pH عضله بعد از مرگ و pH نهایی پایین منجر به نرم شدن گوشت، غیر طبیعی شدن پروتئین‌ها و افزایش پروتئولیز می شود [۲۲،۵]. روت وهمکاران [۲۸] گلیکولیز بی‌هوازی پس از مرگ را مسبب افزایش میزان آب‌چک عضله طی نگه‌داری در یخچال گزارش کردند. کیسلینگ و همکاران [۵] بیان کردند که علاوه بر تغییرات بیوشیمیایی عضله پس از مرگ، آسیب‌های وارد شده بر عضله ماهی هنگام تقلا هم ممکن است موجب کاهش خصوصیات کیفی ماهی شود.

رنگ گوشت از جمله مولفه‌های موثر بر بازار پسندی ماهی می‌باشند [۴]. در این تحقیق روش‌های مختلف کشتار اثر معنی‌داری بر شاخص‌های رنگ‌سنجی گوشت ماهی نداشت (P>۰/۰۵) (جدول ۲) دامنه این تغییرات برای روشنایی بین ۴۳/۵۱ – ۳۹/۰۱ ، قرمزی ۱۱/۸۵ – ۱۱/۲۹، زردی ۴۸ /۱– – ۰/۷۸– ، تەرنگ ۷/۷۸ – – ۴/۴۱– و فام ۱۱/۹۸ – ۱۱/۴۰ در تیمارهای مختلف بود.

نتایج رنگ‌سنجی گوشت در این تحقیق همسو با نتایج ستاری و همکاران [۲۹] بود. کیسلینگ و همکاران [۵] با مطالعه اثر بیهوشی با عصاره گل میخک و CO2 بر رنگ فیله ماهی آزاد اقیانوس اطلس، مقادیر بیشتر زردی و قرمزی را در فیله ماهی‌های بیهوش شده گزارش کردند. همچنین اریکسون [۷] و روت [۱۱] در مطالعات خود یافتند که استرس قبل از مرگ سبب کمرنگ شدن گوشت ماهی می‌شود. بر خلاف این محققین سیقولت و همکاران [۲] رنگ گوشت ماهی‌های آزاد اقیانوس اطلس تحت تراکم بالا و پایین را باهم مقایسه کردند و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نیافتند. همچنین فلچر [۳۰] با مقایسه ماهی‌های سالمون چینوک بیهوش شده با CO2 و عصاره گل میخک قبل از کشتار بیان کرد که استرس قبل از مرگ تاثیر کمی بر رنگ گوشت ماهی پس از مرگ دارد که موید نتایج این تحقیق بود.



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-18 ]

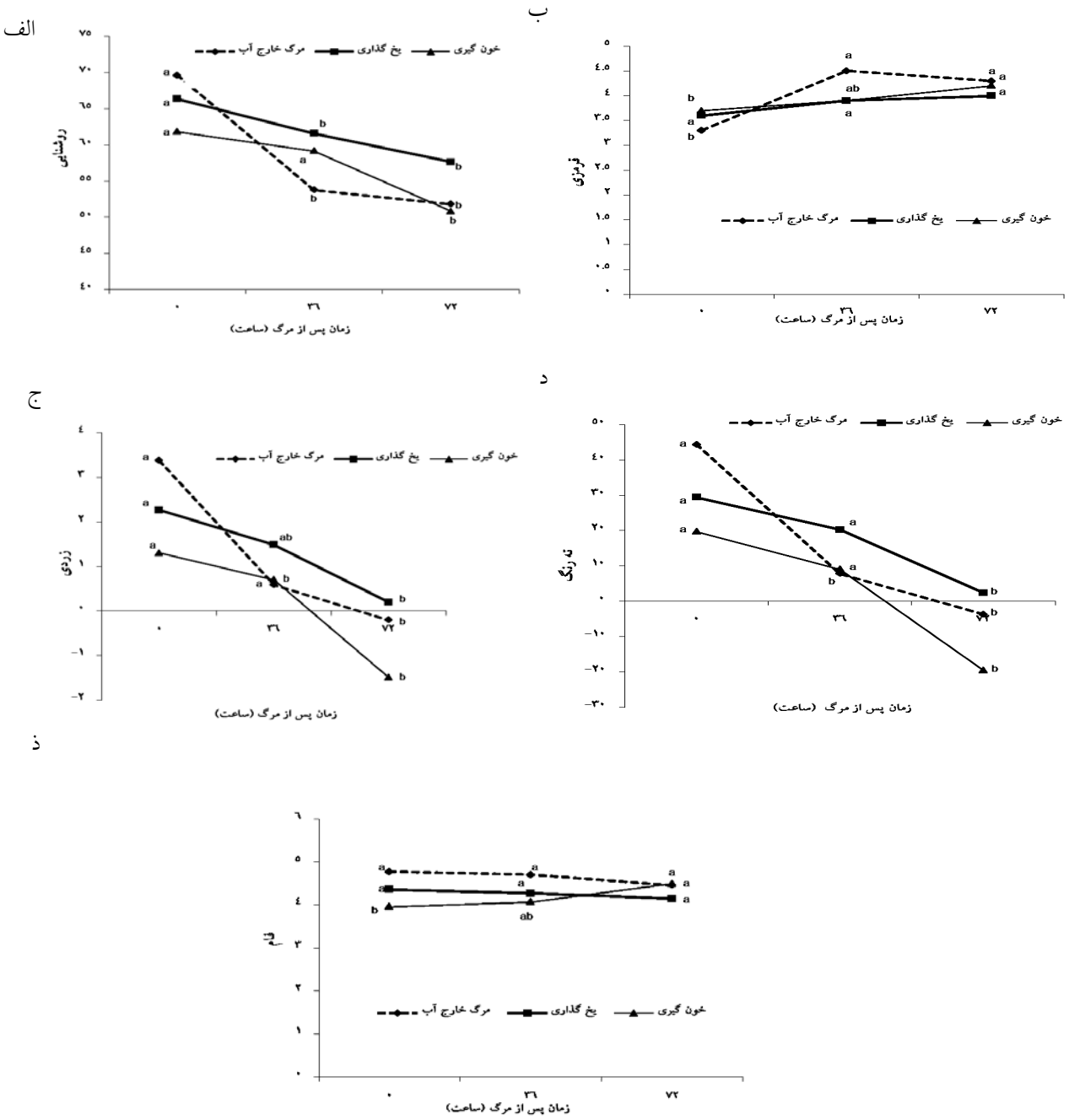
**جدول ۲** نتایج رنگ‌سنجی گوشت کپور ماهیان کشتار شده به روش یخ‌گذاری، خون‌گیری و خفه‌شده خارج آب پس از ۷۲ ساعت از مرگ

| *فاکتورهای مورد بررسی* | *تیمارهای آزمایشی*[1] | | |
|---|---|---|---|
| | یخ‌گذاری | خون‌گیری | خفگی خارج آب |
| L*[2] | ۳۹/۰۱±۱/۷۱ a[3] | ۴۳/۵۱±۳/۰۹ a | ۴۰/۲۱±۲/۰۳ a |
| a* | ۱۱/۵۸±۰/۶۲ a | ۱۱/۲۹±۰/۵۳ a | ۱۱/۸۵±۰/۵۲ a |
| b* | −۱/۴۸±۰/۳۹ a | −۰/۷۸±۰/۵۳ a | −۱/۲۸±۰/۴۵ a |
| Hue* | −۷/۷۸±۲/۰۲ a | −۴/۱۴±۲/۷۰ a | −۶/۳۶±۲/۱۳ a |
| Chroma* | ۱۱/۷۲±۰/۶۰ a | ۱۱/۴۰±۰/۵۲ a | ۱۱/۹۸±۰/۵۱ a |

(۱) میانگین و خطای معیار، (۲) اختصارات: *L روشنایی، *a قرمزی، *b زردی، *Hue تەرنگ و *Chroma فام، (۳) (a-c) حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده‌ی تفاوت معنی دار شاخص‌های رنگ بین تیمارها می باشد.

رنگ پوست از دیگر فاکتورهای کیفی می‌باشد که بر بازار پسندی ماهی نقش مهمی ایفا می‌کند [۳۱] . تغییرات رنگ پوست ماهی از نشانه‌های اُفت کیفی محصول محسوب می‌شود به‌طوریکه با گذشت زمان و افزایش دما شدت این تغییرات افزایش می‌یابد. تغییرات بیشتر در طول زمان منجر به اُفت سریع‌تر کیفیت محصول می‌گردد. نتایج رنگ‌سنجی پوست ماهیان اختلافات معنی‌داری بین تیمارها و در طول زمان نشان دادند ($P<۰/۰۵$). در این پژوهش میزان روشنایی پوست در طول زمان در کلیه تیمارها کاهش یافت. با توجه به تیمار شاهد (نمودار ۴ الف)، ۳۶ ساعت پس از مرگ روشنایی از ۶۹/۶۰ به ۵۳/۷۶ رسید و اختلاف معنی داری با دیگر تیمارها نشان داد. در واقع روشنایی پوست در تیمار شاهد سریع‌تر از دیگر تیمارها اُفت کرد. اطلاعات کمی در رابطه با تاثیر روش‌های کشتار و تراکم قبل از مرگ بر تغییرات رنگ ماهی پس از مرگ وجود دارد. گرچه مقایسه اثرات استرس قبل از کشتار بر شاخص‌های رنگ‌سنجی ماهی کپور با دیگر گونه‌ها کار دشواری می‌باشد، اما اریکسون و همکاران [۷] تغییرات رنگ گوشت و پوست ماهی آزاد اقیانوس اطلس را تحت تاثیر استرس قبل از مرگ، جمود نعشی و یخ‌گذاری بررسی کردند. در مطالعه ایشان رنگ پوست ماهیان در ناحیه پشتی بدن ۷ روز پس از نگه‌داری کاهش یافت که برخلاف نتایج این تحقیق بود. این می‌تواند به دلیل اختلاف در الگوهای رنگی بین گونه‌ای باشد. میزان قرمزی در تیمارهای خون‌گیری و شاهد در طول ۷۲ ساعت افزایش معنی‌دار داشت اما قرمزی پوست ماهیان تیمار یخ‌گذاری در این دوره تغییرات قابل توجهی نشان نداد (نمودار ۴، ب). در مطالعه اریکسون بر رنگ پوست آزاد ماهیان بیهوش و خسته شده قبل از مرگ تغییرات قرمزی پوست طی زمان روند مشخصی نداشت. میزان زردی نیز طی دوره ۷۲ ساعته نگه‌داری در یخ کاهش معنی‌دار در کلیه تیمارها نشان داد ($P<۰/۰۵$) (نمودار ۴، ج). کمترین میزان زردی بلافاصله (۱/۳۰) و ۷۲ ساعت پس از مرگ (۱/۴۸−) در تیمار خون‌گیری مشاهده گردید. میزان تەرنگ نیز طی زمان و همچنین بین تیمارهای مختلف اختلافات چشمگیری داشتند (نمودار ۴، د). ته رنگ بلافاصله (۱۹/۷۳) و ۷۲ ساعت (۱۸/۳۰−) پس از مرگ در تیمار خون‌گیری نسبت به تیمار شاهد کمتر بود ($P<۰/۰۵$). بعلاوه تەرنگ در تیمار شاهد (۷/۸۰) و خون گیری (۹/۰۷)، ۳۶ ساعت پس از مرگ کاهش معنی‌داری داشت درحالیکه تەرنگ در تیمار یخ‌گذاری (۵/۱۷)، ۷۲ ساعت پس از مرگ، کاهش یافت. با توجه به تغییرات کوچک فاکتورهای قرمزی و زردی برای بررسی نتایج رنگ‌سنجی می‌توان از تەرنگ استفاده کرد زیرا به لحاظ قرارگرفتن فاکتورهای قرمزی و زردی در رابطه‌ی ریاضی، تغییرات اندک در این فاکتورها موجب تغییرات قابل توجه در میزان تەرنگ می‌شود [۳۱]. در مطالعه اریکسون و همکاران [۷]، تەرنگ در ماهیانی که قبل از مرگ فعالیت شدید داشتند کاهش یافت. فام در این تحقیق نسبت به دیگر مولفه‌های رنگ‌سنجی تغییرات کمتری را دارا بود (نمودار ۴، ذ).

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-18 ]




**نمودار ۴** نتایج رنگ‌سنجی (الف) *L روشنایی، (ب) *a قرمزی، (ج) *b زردی، (د) *Hue ته‌رنگ و (ذ) فام *Chroma پوست کپور ماهیان کشتار شده به روش یخ‌گذاری، خون‌گیری و خفه‌شده خارج آب در زمان‌های ۰، ۳۶ و ۷۲ ساعت پس از مرگ. (اعداد میانگین ۸ تکرار و خطای معیار می‌باشند)، (a-b) حروف متفاوت نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار میزان شاخص‌های رنگ‌سنجی پوست هر یک از تیمارهای آزمایشی در زمان‌های نمونه‌برداری مختلف می‌باشد (P<۰/۰۵).

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-18 ]

۳۶ ساعت پس از مرگ ماهی‌های تیمار شاهد بیشترین (۴/۷۱) و ماهی‌های تیمار خون‌گیری (۴/۰۷) کمترین مقادیر فام را دارا بودند. نتایج رنگ‌سنجی پوست ماهی برای تیمار خون‌گیری نسبت به دیگر شاخص‌های کیفی گوشت متفاوت بود. این اختلاف با توجه به تقلای بیشتر ماهی‌هایی که با خارج شدن از آب مردند با خروج خون ماهی‌های تیمار خون‌گیری قابل توجیه می‌باشد.

## ۴- نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان دادند که روش‌های کشتار بر کیفیت گوشت تاثیر قابل ملاحظه‌ای دارند. روش یخ‌گذاری از یک‌سو با کاهش فعالیت فیزیکی و از سوی دیگر با سرد کردن و کاهش متابولیسم بدن و حفظ ذخایر انرژی بدن ماهی پس از مرگ، سبب بهبود نسبی کیفیت گوشت گردید. ذخیره‌سازی مستقیم ماهی در یخ نسبت به روش رایج کشتار ماهی (مرگ خارج از آب)، سبب اُفت کمتر pH پس از مرگ، به‌تاخیر انداختن جمود نعشی، کاهش میزان آب‌چک خارج شده از گوشت و بهبود دیگر خواص کیفی همچون رنگ پوست و کاهش شاخص انکسار (کاهش کدر شدنِ چشم) چشم گردید. روش خون‌گیری ماهی تاثیرات مثبت چندانی بر کیفیت گوشت نداشت و از نظر عملی جهت کشتار ماهی توصیه نمی‌گردد. زیرا در این روش کشتار علی‌رغم به‌کارگیری نیروی پرسنلی، ماهی‌ها قبل از مرگ تقلای بسیاری داشتند و خصوصیات کیفی گوشت اختلاف زیادی نسبت به تیمار شاهد نداشت. هرچند نتایج این پژوهش، کشتار مستقیم ماهی با یخ‌گذاری را پیشنهاد می‌کند اما تحقیقات بیشتر به منظور یافتن بهترین روش برای کشتار ماهی، از نظر اقتصادی و خصوصیات کیفی گوشت توصیه می‌گردد.

## ۵- منابع


[1] Gregory, N.G. (1994). Preslaughter handling, stunning and slaughter. Meat Science. 36: 45–56.

[2] Sigholt, T., Erikson, U., Rustad, T., Johansen, S., Nordtvedt, T.S., Seland, A. (1997) Handling stress and storage temperature affect meat quality of farmed-raised Atlantic salmon (*Salmo salar*). Journal of Food Science. 62: 898–905.

[3] Bagni, M., Civitareale, C., Priori, A., Ballerini, A., Finoia, M., Brambilla, G., Marino, G.(2007) Pre-slaughter crowding stress and killing procedures affecting quality and welfare in sea bass (Dicentrarchus labrax) and sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture. 263: 52–60.

[4] Roth, B., Nortvedt, R., Slinde, E., Foss, A., Grimsbø, E., Stien, L.H. (2010). Electrical stimulation of Atlantic salmon muscle and the effect on flesh quality. Aquaculture. In press.

[5] Kiessling, A., Espe, M., Ruohonen, K., Morkore, T. (2004) Texture, gaping and colour of fresh and frozen Atlantic salmon flesh as affected by pre-slaughter iso-eugenol or CO2 anaesthesia. Aquaculture. 236: 645–657.

[6] Robb, D.H.F., Kestin, S.C., Warriss, P. D. (2000) Muscle activity at slaughter: I. Changes in flesh colour and gaping in rainbow trout. Aquaculture. 182: 261–269.

[7] Erikson, U., Misimi, E., (2008) Atlantic salmon skin and fillet color changes effected by perimortem handling stress, rigor mortis, and ice storage. Journal of Food Science. 73, C50-C59.

[8] Roth, B., Slinde, E., Arildsen, J. (2006) Pre or post mortem muscle activity in Atlantic salmon (*Salmo salar*). The effect on rigor mortis and the physical properties of flesh. Aquaculture. 257: 504–510.

[9] Bahuaud, D., Morkor, T., Ostbye, T.K. Veiseth-Kent, E., Thomassen, M.S., Ofstad. (2010) Muscle structure responses and lysosomal cathepsins B and L in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) pre- and post-rigor fillets exposed to short and long-term crowding stress. Food Chemistray. 118: 602-615.

[10] Jerrett A.R., Stevens J. & Holland A.J. (1996) Tensile properties of white muscle in rested and exhausted chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Journal of Food Science 61: 527-532.

[11] Roth, B. Birkeland, S., Oyarzun, F. (2009) Stunning, pre slaughter and filleting conditions of Atlantic salmon and subsequent effect on flesh quality on fresh and smoked fillets. Aquaculture. 289: 350-356.

[12] Ribas, L., Flos, R., Reig, L., MacKenzie, S., Barton, B. A., Tort, L. (2007) Comparison of methods for anaesthetizing Senegal sole (*Solea senegalensis*) before slaughter: stress responses and final product quality. Aquaculture. 269: 250–258.

[13] Roth, B., Imsland, A., Gunnarsson, S., Foss, A., Schelvis, R. (2007). Slaughter quality and rigor contraction in farmed turbot


[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-18 ]

(*Scapthalmus maximus*). A comparison between different stunning methods. Aquaculture. 272: 754-761.
[14] Botta, J.R., Squires, B.E., Johnson, J. (1986). Effect of bleeding/ gutting procedures on the sensory quality of fresh raw Atlantic cod (*Gadus morhua*). Can. Inst. Food Science and Technology. 19: 186– 190.
[15] Roth, B., Torrissen, O.J., Slinde, E. (2005). The effect of slaughtering procedures on blood spotting in ainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture. 250: 796-803.
[16] Morzel, M.; Sohier, D. and Van de Vis, H. (2002). Evaluation of slaughtering methods for turbot with respect to animal welfare and flesh quality. Journal of the Science of Food and Agriculture 82: 19–28.
[17] 2004. E.F.S.A. The welfare of animals during transport Suffering. http://www.efsa.europa.eu.
[18] Bito, M., Yamada, K., Mikumo, Y., Amano, K. (1983) Studies on rigor mortis of fish: differences in the mode of rigor mortis among some varieties of fish by modified Cutting's methods. Bulletin of Tokai Regional Fisheries Research Labratory 109: 89–96.
[19] Eskin, N.A. (1990) Biochemistry of foods. Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants World Health Organization Technical Report Series 20.
[20] CIE. (1976) Official Recommendations on Uniform Colour Space, Colour Difference Equations and Metric Colour Terms. Suppl. No. 2 to CIE Publication No.15, Colorimetry. Commission International de l'Eclairage, Paris.
[21] Mørkøre, T., Pablo I., Mazo, T., Vildana, T., Einen, O. (2008) Impact of starvation and handling stress on rigor development and quality of Atlantic salmon (*Salmon salar L*). Aquaculture. 277: 231-238.
[22] Thomas, P. M., Pankhurst, N. W., Bremner, H. A. (1999) The effect of stress and exercise on post-mortem biochemistry of Atlantic salmon and rainbow trout. Journal of Fish Biology. 54: 1177–1196.
[23] Skjervoldt, P. O., Fjaera, S. O., Ostby, P. B., Einen, O. (2001) Livechilling and crowding stress before slaughter of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture. 192: 265–280.
[24] Kristoffersen, T. Tobiassen, M. Esaiassen, G. B. Olsson, L. A. Godvik, M. A. Seppola and Olsen, R. L. (2006) Effects of pre-rigor filleting on quality aspects of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.), Aquaculture Research. 37 pp.1556–1564.
[25] Gatica, M. C., Monti, G., Gallo, C., Knowles, T. G., Warris, P. D. (2008). Effects of well-boat transportation on the muscle pH and onset of rigor mortis in Atlantic salmon. Veterinary record. 163: 111-116.
[26] Huss, H. H. (1995) Quality and quality changes in fresh fish. FAO Technical Paper. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
[27] Acerete, L.; 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*). Aquaculture, 287: 139–144.
[28] Roth, B., Oines, S., Rotabakk, B.T., Birkeland, S. (2008) Using electricity as a tool in quality studies of Atlantic salmon. Food Research and Technology. 227: 571-577.
[29] Sattari, A., Lambooji, E., Shari, H., Abbink, W., Reimert, H., Van de vis, J.W. (2010). Industrial dry electro-stunning followed by chilling and decapitation as a slaughter method in Claresse® (*Heteroclarias sp*.) and African catfish (*Clarias gariepinus*). Aquaculture. In press.
[30] Fletcher, G.C., Corrigan, V.K., Summers, G., Leonard, M.J., Jerrett, A.R., Black, S.E. (2003) Spoilage of rested harvested king salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Journal of Food Science and technology. 68: 2810–2816.
[31] Pavlidis, M., Papandroulakis, N., Divanach, P. (2006) A method for the comparison of chromaticity parameters in fish skin: Preliminary results for coloration pattern of red skin Sparidae Aquaculture 258: 211–219.

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-18 ]

# Evaluation of post mortem flesh quality attributes in common carp (*Cyprinus carpio L.*) slaughtered by exsanguination and hypothermia methods

**Shabanpour, B.[1 *], Rahmanifarah, K.[2], Shabani, A.[3]**

1- Asso. Prof. of Dept., of Fishery, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
2- PhD. Student of fishery, Dept. of Fishery Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
3- Asso. Prof. of Dept., of Fishery, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
**(Received: 89/3/16 Accepted: 90/6/21)**

In this study carps slaughtered by exsanguination and hypothermia and post mortem flesh quality attributes in order to determine effects of pre mortem activity during slaughtering on fish flesh quality evaluated. Results showed different slaughtering methods significantly affected on flesh quality ($P<0.05$). Maximal rigor index was observed after 12 hours post mortem in hypothermia group, however rigor index reached maximum at 3 and 9 h post mortem for the asphyxia and exsanguination groups. In overall during experiment period flesh pH in hypothermia group was higher than other groups. Flesh pH in hypothermia, exsanguination and asphyxia was 6.53, 6.34 and 6.32 respectively. In this study refraction index ranged 1.36-4.84. Drip loss had significantly differences in experimental groups ($P<0.05$). Drip loss (%) in hypothermia, exsanguination and asphyxia groups 72 h post mortem was 1.73, 1.84 and 1.86 respectively. Flesh colorimetric analysis showed no significantly differences among experimental groups ($P>0.05$). Hypothermia, exsanguination and asphyxia slaughtering procedures significantly affected on colorimetric skin color parameters during time and in experimental groups ($P<0.05$). During trial period skin L*, b* and Hue* increased and skin a* decreased. Chroma* showed no considerable differences during trial. Results of this work showed slaughtering fish by hypothermia had higher flesh quality in comparison to other groups.

**Keywords:** Hypothermia, Exsanguination, Flesh quality, *Cyprinus carpio*

* Corresponding Author E-mail Address: b_shabanpour@yahoo.com

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-18 ]