

مقایسه تأثیر بیهوشی با CO₂، گل میخک و کشتار خارج از آب بر کیفیت گوشت ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

کاوه رحمانی فرح^۱ زینب مولودی^۲ سهراب معینی^۳ بهاره شعبانپور^{۱*} علی شعبانی^۱ محمد رضا ایمانپور^۱

(۱) گروه شیلات دانشکده شیلات و محیط زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان- ایران.

(۲) گروه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران، تهران- ایران.

(۳) گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج- ایران.

(دریافت مقاله: ۵ آذر ماه ۱۳۸۸، پذیرش نهایی: ۱۱ خرداد ماه ۱۳۸۹)

چکیده

بیهوشی پیش کشتار یکی از مراحل مهم در مدیریت کیفیت گوشت ماهی می باشد. هدف از این پژوهش ارزیابی کیفیت گوشت ماهی کپور معمولی تحت روش های مختلف بیهوشی و کشتار بود. در این تحقیق اثر سه تیمار شامل (۱) بیهوشی ماهیان با غوطه وری در آب اشباع شده با گاز CO₂ (۲) بیهوشی ماهیان با غوطه وری آنها در عصاره گل میخک و (۳) روش معمول کشتن ماهی (مرگ خارج از آب)، بر کیفیت گوشت ماهی کپور معمولی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که روش بیهوشی و کشتار بر کیفیت گوشت ماهی کپور معمولی اثر معنی دار داشته است ($p < 0.05$). در مطالعه حاضر مشخص گردید که میانگین pH عضله در طول زمان و بین تیمارهای آزمایشی مختلف تغییرات معنی داری داشته است ($p < 0.05$). میانگین pH عضله بلافاصله پس از مرگ، برای ماهیان تیمار مرگ خارج از آب، بیهوشی با گاز CO₂ و بیهوشی با عصاره گل میخک به ترتیب ۶/۳۴، ۶/۴۸ و ۶/۹۹ بود. ماهیان بیهوش شده با عصاره گل میخک، ۷۲ ساعت پس از مرگ پایین ترین میزان آب چک عضله را داشتند ($p < 0.05$). میانگین شاخص انکسار چشم در تیمار مرگ خارج از آب در مدت زمان پس از مرگ بالاترین مقادیر را دارا بود. همچنین روش های بیهوشی مختلف بر رنگ فیله و پوست ماهیان تأثیر معنی دار داشت ($p < 0.05$). نتایج نشان دادند که ماهی های بیهوش و کشته شده با عصاره گل میخک، کیفیت گوشت به مراتب بالاتری نسبت به سایر تیمارها داشتند

واژه های کلیدی: کپور معمولی، کیفیت گوشت، CO₂، گل میخک، مرگ خارج از آب.

می شود pH عضله قبل از مرگ نسبت به زمانی که ماهی فعالیت و تقلای زیادی قبل از مرگ ندارد، کاهش بیشتری می یابد و حداقل pH عضله بعد از مرگ زودتر رخ می دهد (۹). انتخاب یک روش مناسب برای بیهوش کردن ماهی قبل از مرگ، یکی از نکات کلیدی است که می تواند کیفیت محصول نهایی ماهی را به عنوان غذا بهبود بخشد (۱۰). تحقیقات صورت گرفته در رابطه با روش های بیهوشی و کشتن ماهی نشان داد که روش های بیهوشی بر پایه ی مواد شیمیایی با توجه به باقی ماندن مواد مصرفی در عضله نمی توانند از نقطه نظر مصرف انسانی مناسب باشد. هم اکنون در بسیاری از کشورهای اسکاندیناوی به لحاظ کاهش زمان و کاهش نیروی انسانی، ماهی آزاد و قزل آلا را با غوطه وری در آب اشباع از گاز دی اکسید کربن بیهوش کرده و با تخلیه امعاء و احشا می کشند (۲). روش دیگر برای بیهوش کردن ماهی قبل از مرگ، استفاده از عصاره گل میخک می باشد. عصاره گل میخک محصول نسبتاً جدیدی در آبیاری پروری است که می تواند برای بیهوشی و مرگ سریع ماهی استفاده شود (۱۴). گرچه گل میخک در سال های اخیر به عنوان یک بیهوش کننده در بسیاری از گونه های ماهیان استفاده می شود و نتایج خوبی را به همراه داشته ولی اثرات فیزیولوژیکی آن هنوز خیلی روشن نیست. کپور معمولی یکی از مهم ترین گونه های پرورشی و از جمله ماهی های پرطرفدار در ایران می باشد. این ماهی به دلیل مقاومت بالا به شرایط خفگی خارج از آب،

مقدمه

با رشد صنعت آبی پروری کشور و لزوم افزایش سرانه مصرف آبیاری در سال های اخیر، توجه بیشتری نسبت به کیفیت محصول نهایی در آبیاری میبذول شده است. در صنعت آبی پروری بیشتر کشورهای اروپایی و بسیاری از نقاط جهان، برای کشتن ماهیان از روش های مختلفی استفاده می شود ولی در ایران تنها روش متداول کشتار آبیاری و به خصوص ماهیان، خفگی و مرگ خارج از آب است که جزء قدیمی ترین روش های کشتن آبیاری می باشد. امروزه بسیاری از محققین به این واقعیت پی برده اند که روش بیهوشی قبل از مرگ و کشتن ماهی اثر معنی داری بر خواص شیمیایی عضله پس از مرگ دارد (۱۹، ۱۳). در واقع تغییرات شیمیایی عضله پس از مرگ، با کیفیت گوشت در ارتباط است (۱۰). غذای مصرف شده توسط ماهی علیرغم رشد، سبب تجمع لیپیدها در کبد و افزایش گلیکوژن عضله می گردد (۱۱). گلیکوژن عضله ارتباط نزدیکی با کیفیت گوشت دارد به طوری که در نتیجه ی گلیکوژن بالا در عضله، ظرفیت گلیکولیتیکی افزایش یافته و متعاقباً بعد از مرگ pH کاهش خواهد یافت. کاهش pH اغلب سبب افزایش تکه تکه شدن (Gapping) (۱۶) و افزایش میزان آب چک عضله و کاهش کیفیت گوشت می گردد (۱۵)، زمانی که ذخایر گنی انرژی عضله (گلیکوژن) در طول فعالیت بی هوایی قبل از کشتار، مصرف



روش‌های ذکر شده با روش رایج کشتار کپور ماهیان (تیمار شاهد)، ماهی‌ها بدون اعمال هیچ‌گونه تیمار بیهوشی از آب خارج شدند و در خشکی پس از مدت زمان طولانی با میانگین زمان ۲۹۳ دقیقه مردند. بعد از مرگ کلیه ماهیان در جعبه‌های استیروفوم حاوی یخ نگه‌داری شدند و نمونه برداری از ماهیان در دوره‌های زمانی ۰، ۳، ۹، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۶۰ و ۷۲ ساعت پس از مرگ انجام گرفت. نمونه برداری ساعت ۰ بلافاصله پس از مرگ ماهی‌ها صورت گرفت.

روش‌ها: pH عضلات: با وارد کردن (pH متر Testo 206 pH، آلمان) با الکتروود نفوذی در عضلات بخش پشتی ماهیان اندازه‌گیری شد.

آب چک: به وسیله‌ی پنس از قسمت پشتی ماهی (سمت راست) یک فیله با اندازه‌های $1 \times 2 \times 20$ سانتیمتر از هر ماهی تهیه و با دقت 0.001 توسط ترازوی دیجیتال وزن شد و در فویل آلومینیومی پیچیده و در دمای 4°C درجه سانتیگراد نگه‌داری شد. بعد از ۹۶ ساعت نگه‌داری، فویل‌ها باز شده و فیله مجدداً توزین شد (۱۵). درصد آب چک از رابطه زیر محاسبه شد:

رابطه ۱:

$$\text{وزن فیله پس از ۹۶ ساعت} - \text{وزن اولیه فیله} = \text{آب چک (درصد)}$$

رنگ سنجی: رنگ پوست ماهی با استفاده از اندازه‌گیری میزان طیف‌های رنگی توسط دستگاه رنگ سنج (CAM-system 500 Lovibond، انگلستان) سنجیده شد. انتخاب این دو زمان به دلیل تغییرات کُند این فاکتورها می‌باشد. پس از عکس برداری اولیه مقادیر L^* ، b^* و a^* توسط دستگاه مجهز به رایانه تعیین گردید. فاکتورهای Hue و Chroma به طریق زیر محاسبه گردیدند (۱۲):

$$\text{رابطه ۲: } H_{ab} = \text{Arctan}(b^*/a^*)$$

$$\text{رابطه ۳: } C_{ab}^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

به منظور ارزیابی رنگ فیله ماهیان، ۷۲ ساعت پس از مرگ پوست ماهیان به طور 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. همچنین 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 و $-b^*$ نشان دهنده آبی‌تر) بود (۳۰).

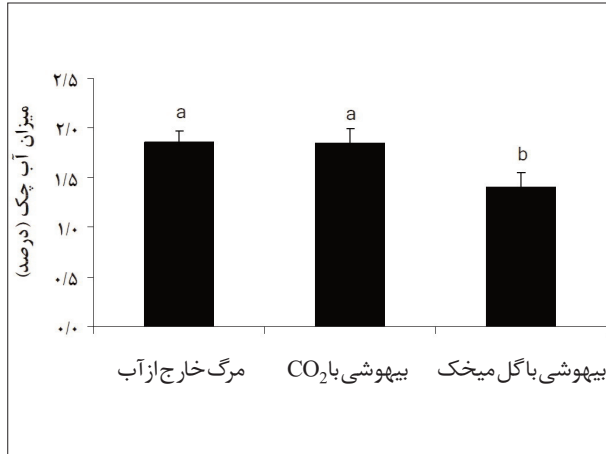
شاخص انکسار چشم: یک قطره از مایع چشمی به وسیله سرنگ از چشم استخراج شد و انکسار آن بوسیله‌ی دستگاه رفاکتومتر دیجیتال دارای تصحیح‌کننده دما (CETI, ABBE. BELGIUM) سنجیده و با درجه بریکس نشان داده شد. نمونه برداری برای محاسبه شاخص انکسار چشم در زمان‌های ۳۶ و ۶۰ ساعت پس از مرگ انجام نشد. دستگاه قبل از انجام آزمایش با استفاده از آب مقطر روی عدد صفر تنظیم گردید (۳).

استرس و تقلای فراوانی قبل از مرگ متحمل می‌شود. مرگ طولانی از نظر اخلاقی و هم از لحاظ تجاری (مدیریت زمان و کیفیت گوشت) مناسب نمی‌باشد. در نتیجه می‌بایست یک روش کارآمد بیهوشی به منظور کاهش فعالیت‌ها و مرگ سریع‌تر کپور اتخاذ گردد تا با بهره‌مندی از آن موجود در در کمتری تحمل نموده و کیفیت گوشت آن پس از مرگ، در بهترین حالت باشد. در این تحقیق اثرات بیهوشی با کشتار ماهی با استفاده از عصاره گل میخک، گاز دی‌اکسید کربن و خفگی خارج از آب بر کیفیت گوشت ماهی کپور معمولی بررسی و برای تعیین بهترین روش کشتن ماهی، تیمارها با هم مقایسه گردیدند.

مواد و روش کار

آماده سازی و کشتار ماهیان: به منظور بررسی اثر روش‌های دو ماده بیهوشی و کشتن ماهی بر کیفیت گوشت در سال ۱۳۸۷، تعدادی ماهی کپور معمولی با وزن بازاری حدود ۱ کیلو از استخرهای پرورش ماهیان گرمابی استان گلستان تهیه و به مرکز تحقیقات آبی پروری گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل گردید. به منظور سازگاری با شرایط جدید و برقراری شرایط فیزیولوژیک عادی، ماهی‌ها به مدت یک ماه در مخازن فایبرگلاس دایره‌ای 4m^3 با حجم مفید آب 3m^3 ، نگهداری شدند. مخازن نگهداری ماهی‌ها به طور مداوم هوادهی و هر ۴۸ ساعت نیمی از آب آنها تعویض شد. در طول این دوره، مخازن دارای دمای $23 \pm 1^\circ\text{C}$ درجه سانتیگراد، 7.2 ± 0.1 pH و میزان اکسیژن محلول 7 ± 1 میلی‌گرم بر لیتر و شرایط پرورشی کاملاً یکسانی بودند. ماهی‌های آزمایشی روزانه یک بار در ساعت ۱۲ ظهر با پلت‌های تجاری بیومار به میزان ۲ درصد وزن بدن مورد تغذیه دستی قرار گرفتند. سپس ۲۴ ماهی با میانگین وزن و طول به ترتیب 95 ± 10 گرم و 12.1 ± 2.1 سانتیمتر به طور تصادفی انتخاب شدند. زیست‌سنجی توسط ترازوی دیجیتال (دقت ۱ گرم) و تخته زیست‌سنجی (دقت ۱ میلی‌متر) انجام گردید. ۴۸ ساعت قبل از اعمال روش‌های کشتار، غذاهای ماهیان قطع شد. ماهی‌ها با سه روش بیهوش و کشته شده و مورد آزمایش قرار گرفتند. تیمار اول بیهوشی با غوطه‌وری در گاز دی‌اکسید کربن بود. در این روش، ماهیان در مخزن‌هایی که با استفاده از کپسول‌های دی‌اکسید کربن، از گاز اشباع شده بودند، قرار گرفته و باروش تجاری بیهوش گردیدند (۷). اشباع شدن گاز CO_2 زمانی در نظر گرفته شد که pH آب به زیر $4/5$ کاهش یافت. ماهی‌ها به طور متوسط بعد از گذشت ۱۵ دقیقه به طور کامل بیهوش شدند و پس از خروج از آب برای اطمینان بیشتر از مرگ کامل، با ضربه در سر کشته شدند. در تیمار ۲ ماهیان با عصاره گل میخک بیهوش گردیدند. ماهی‌ها به مخزن‌های حاوی محلول ۱ میلی‌لیتر عصاره گل میخک خالص در هر لیتر آب منتقل شدند (۵). میانگین زمان اعمال بیهوشی تا مرگ برای تیمار عصاره میخک ۳ دقیقه و ۴۵ ثانیه ثبت شد (زمان بیهوشی کامل ماهی‌ها هنگام توقف زنب‌های سرپوش آبششی لحاظ گردید). برای مقایسه





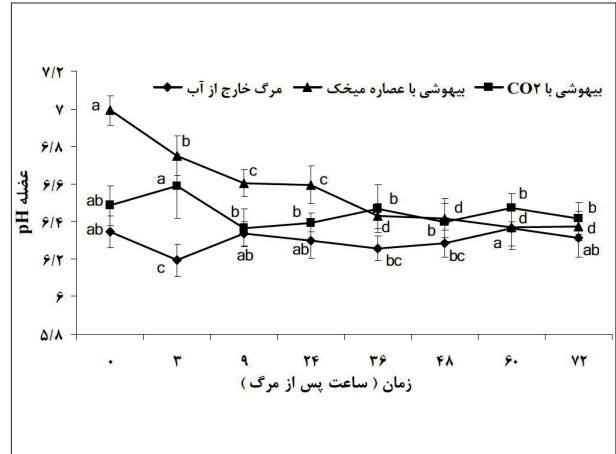
تصویر ۲- میزان آب چک گوشت (به درصد) در ۷۲ ساعت پس از مرگ، در ماهیان کپور معمولی بیپوش با روش های مختلف. حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار میزان آب چک در روش های کشتار می باشد. (اعداد میانگین ۸ تکرار با خطای معیار می باشد).

روند تقریباً یکنواخت با تغییرات سریع بودند (تصویر ۱). تا ۲۴ ساعت اول پس از مرگ تیمار گل میخک به طور معنی داری pH بالاتری نسبت به سایر تیمارها داشت ($p < 0.001$). pH عضله تیمار مرگ خارج از آب و بیپوشی با CO₂ به ترتیب ۳ و ۹ ساعت پس از مرگ به کمترین حد خود رسید در حالی که تیمار گل میخک روند کاهشی pH در مدت ۷۲ ساعت نمونه گیری بعد از مرگ را نشان دادند.

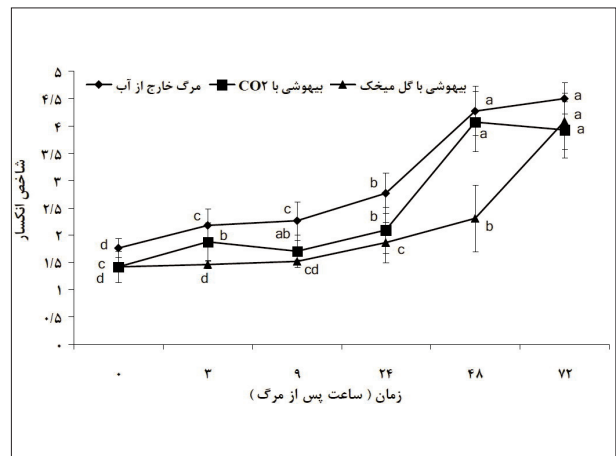
پس از نگهداری فیله های ماهی ها به مدت ۹۶ ساعت در یخچال و خارج کردن آنها از فویل های آلومینیومی میزان آب چک تیمارها سنجیده شد. میزان آب چک در ماهیان تیمار بیپوش شده با گل میخک به طور معنی دار کمتر از دیگر تیمارها بود ($p < 0.05$). میزان آب چک تولیدی در تیمارهای بیپوش شده با CO₂ و مرگ خارج از آب از نظر آماری با هم اختلاف نداشتند (تصویر ۲).

نتایج آنالیز رنگ سنجی فیله های ماهیان مورد آزمون ۷۲ ساعت پس از مرگ اختلاف معنی داری را در میزان L (روشنایی)، a (قرمزی)، b (زردی)، Hue (ته رنگ) و Chroma (فام) نشان داد ($p < 0.001$). فیله ماهیان کشته شده به روش های مرگ خارج از آب و بیپوش شده با CO₂ نسبت به ماهیان تیمار شده با عصاره گل میخک زردی و Hue بیشتر داشتند. بر اساس نتایج، کمترین میزان روشنایی را تیمار مرگ خارج از آب داشتند و نیز فیله در تیمار بیپوش شده با CO₂ قرمزی کمتری در مقایسه با سایر تیمارها داشت. (جدول ۱).

نتایج آنالیز رنگ پوست ماهیان کپور تیمار شده با روش های مختلف کشتار در ساعات ۰ و ۷۲ ساعت پس از مرگ نشان دهنده کاهش معنی دار در میزان روشنایی گوشت تیمارهای مرگ خارج از آب و بیپوش شده با CO₂ در طول زمان بود ($p < 0.01$) در حالی که در روشهای پوست ماهیان تیمار عصاره گل میخک پس از ۷۲ ساعت اختلاف آماری مشاهده نگردید ($p > 0.05$). همچنین در طول زمان میزان قرمزی روند افزایشی و میزان



تصویر ۱- تغییرات pH عضله ماهیان کپور معمولی بیپوش شده با روش های مختلف. حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار pH گوشت در طی زمان در روش های کشتار می باشد. (اعداد میانگین ۸ تکرار با خطای معیار می باشد).



تصویر ۳- تغییرات شاخص انکسار مایع چشم کپور بیپوش - کشته شده با روش های مختلف. حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار شاخص انکسار در طی زمان در روش های کشتار می باشد. (اعداد میانگین ۸ تکرار با خطای معیار می باشد).

آنالیز آماری: همگن بودن داده های به دست آمده ابتدا با آزمون کولموگروف اسمیرنوف بررسی و سپس مورد آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) قرار گرفت. جهت مقایسه میانگین ها در زمان های مختلف نمونه گیری و در بین تیمارهای مختلف از آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ استفاده گردید.

نتایج

نتایج نشان دادند که شیوه کشتن کپور معمولی بر pH عضله ماهی اثر معنی دار دارد ($p < 0.05$). میانگین میزان pH عضله ماهیانی که با گل میخک بیپوش شدند نسبت به ماهیانی که با CO₂ و مرگ خارج از آب بیپوش و کشته شدند بیشتر بود. میانگین pH عضله ماهیان تیمار گل میخک روند کاهشی اما کندی را در ساعات پس از مرگ نشان داد در حالی که میانگین pH عضله تیمار بیپوشی با CO₂ و مرگ خارج از آب دارای



جدول ۱- مقادیر شاخص های رنگ سنجی فیله در ماهیان کپور معمولی بیهوش و کشته شده با روش های مختلف. ۱- میانگین ۸ تکرار با خطای معیار. ۲- اختصارات: *L (روشنایی)، *a (قرمزی)، *b (زردی)، Hue (h*) (ته رنگ) و Chroma (c*) (فام). (a-c) حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار شاخص های رنگ بین روش های کشتار می باشد (p<0/01).

| L* | a* | b* | Hue (h*) | Chroma (c*) | شاخص ۲ |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| | | | | | تیمار |
| ۱۱/۹۱±۰/۶۸ ^b | -۶/۳۶±۲/۱۳ ^a | -۱/۲۸±۰/۴۵ ^a | ۱۱/۵۸±۰/۵۲ ^a | ۴۰/۲۱±۲/۰۳ ^c | مرگ خارج از آب |
| ۹/۶۰±۰/۳۵ ^c | -۹/۵۲±۱/۴۶ ^a | -۱/۵۹±۰/۲۵ ^a | ۹/۴۸±۰/۲۴ ^b | ۵۰/۲۰±۰/۸۴ ^a | بیهوشی با CO ₂ |
| ۱۶/۷۳±۰/۷۰ ^a | -۴۲/۸۳±۱/۲۷ ^b | -۱۱/۳۹±۰/۵۶ ^b | ۱۲/۲۵±۰/۴۲ ^a | ۴۵/۲۵±۰/۸۳ ^b | بیهوشی با گل میخک |

جدول ۲- مقادیر شاخص های رنگ سنجی پوست در ماهیان کپور معمولی بیهوش شده با روش های مختلف. ۱- میانگین ۸ تکرار با خطای معیار. ۲- اختصارات: *L (روشنایی)، *a (قرمزی)، *b (زردی)، Hue (h*) (ته رنگ) و Chroma (c*) (فام). (a-c) حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار شاخص های رنگ بین روش های کشتار می باشد (P d 0/01). حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار (P d 0/01) بین تیمارها در هر زمان نمونه برداری می باشد. حروف بزرگ متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار (P d 0/01) بین زمان های نمونه برداری در تیمارهای مشابه می باشد.

| L* | a* | b* | Hue (h*) | Chroma (c*) | شاخص ۲ | زمان |
|-------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------|
| | | | | | تیمار | |
| ۴/۷۷±۰/۳۳ ^{aA} | ۴۴/۳۹±۳/۲۵ ^{aA} | ۳/۳۸±۰/۴۰ ^{Aa} | ۳/۳۰±۰/۱۳ ^{BB} | ۶۹/۶۰±۰/۸۹ ^{aA} | مرگ خارج از آب | ساعت ۰ |
| ۴/۵۶±۰/۲۷ ^{aA} | ۲۰/۵۲±۳/۷۱ ^{bA} | ۱/۵۹±۰/۲۵ ^{bA} | ۴/۳۰±۰/۳۰ ^{aA} | ۶۳/۲۹±۰/۹۳ ^{bA} | بیهوشی با CO ₂ | |
| ۴/۵۴±۰/۲۹ ^{aB} | ۱۷/۷۵±۲/۰۰ ^{bA} | ۱/۴۱±۰/۲۰ ^{bA} | ۴/۳۰±۰/۲۶ ^{aB} | ۶۰/۸۳±۱/۳۶ ^{bA} | بیهوشی با گل میخک | |
| ۴/۵۴±۰/۱۸ ^{bA} | -۳/۶۶±۵/۷۸ ^{bB} | -۰/۲۰±۰/۴۲ ^{aB} | ۴/۳۰±۰/۲۱ ^{bA} | ۵۱/۸۰±۱/۸۰ ^{bB} | مرگ خارج از آب | ساعت ۲ |
| ۴/۵۰±۰/۲۷ ^{bA} | -۶/۴۸±۴/۰۷ ^{bB} | -۰/۵۰±۰/۳۲ ^{aB} | ۴/۴۰±۰/۲۸ ^{bA} | ۵۷/۶۰±۱/۴۶ ^{aB} | بیهوشی با CO ₂ | |
| ۹/۷۴±۰/۳۰ ^{aA} | -۵۵/۶۲±۱/۶۱ ^{aB} | -۸/۰۴±۰/۳۸ ^{bB} | ۵/۵۰±۰/۱۵ ^{aA} | ۵۹/۶۱±۰/۸۶ ^{aA} | بیهوشی با گل میخک | |

می باشد. Kristoffersen و همکاران در سال ۲۰۰۶، اندازه گیری pH گوشت را به عنوان یکی از رایج ترین روش های بررسی کیفیت گوشت معرفی کردند (۹). تغییرات pH در این آزمایش در تمام تیمارها الگوی یکسانی را نمایش دادند. به علاوه pH عضله بلافاصله پس از مرگ در تیمارهای مختلف متفاوت بود. Bangi و همکاران در سال ۲۰۰۷ بیان کردند کاهش pH در نتیجه ی تولید یون های H⁺ مربوط به تولید اسید لاکتیک و نیز تجزیه ذخایر ATP است (۱). همچنین در این آزمایش حداقل میزان pH عضله در تیمارهای مختلف تفاوت داشتند که برخلاف نتایج Korhonen و همکاران در سال ۱۹۹۰ (۸) و مصدق نتایج Ruff و همکاران در سال ۲۰۰۲ (۱۷) روی کفشک (*Scophthalmus maximu*) turbot در رابطه با فعالیت های قبل از مرگ می باشد. میانگین pH عضلات در تیمار CO₂ سریعاً کاهش یافت در حالی که کاهش pH در تیمار گل میخک روند کاهشی و کندتری را در طول دوره آزمایش به معرض نمایش گذاشت. مطالعات Marx و همکاران در سال ۱۹۹۷ صحت این آزمایش ها را تأیید می کنند (۱۰). ارزیابی میزان آب چک تولیدی در گوشت ماهیانی که خارج از آب مردند و ماهیانی که با گاز CO₂ بیهوش شدند، نشان داد که عضلات ماهیان این دو تیمار میزان آب چک بیشتری نسبت به تیمار گل میخک، در مدت نگه داری در یخچال

زردی و Hue روند کاهشی داشتند. فام در پوست ماهیان تغییرات چشمگیری را نشان ندادند اما میزان ته رنگ در طول زمان و بین تیمارها اختلاف معنی داری را دارا بودند (p<0/01). (جدول ۲). ماهی هایی که خارج از آب مردند (در تمام ساعات نمونه گیری به جز ساعت ۴۸)، شاخص انکسار چشم بالاتری نسبت به ماهی های دیگر تیمارها دارا بودند (p<0/05). شاخص انکسار در همه تیمارها روند افزایشی را در طول زمان نشان دادند. تغییرات شاخص انکسار چشم در ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از مرگ بیشتر بود (تصویر ۳).

بحث

در این پژوهش pH عضله بین تیمارهای مختلف متفاوت بود. pH پایین تر تیمارهای مرگ خارج از آب و CO₂ می تواند به دلیل مرگ طولانی مدت و نقلی بیشتر آنها نسبت به تیمار گل میخک باشد که منجر به تخلیه بیشتر گلیکوژن عضله و تجمع سریع تر لاکتات و در نتیجه pH پایین تر عضله پس از مرگ می شود که با نتایج Skjervold و همکاران در سال ۲۰۰۱ هم خوانی دارد (۱۸). از جمله عوامل کاهش pH عضله پس از مرگ، تجمع اسید لاکتیک در عضلات به خصوص در شرایط بی هوازی پس از مرگ



هرچند الگوی ثابتی در تغییرات پارامترهای رنگی پوست و عضله ماهی بعد از مرگ وجود ندارد، این تغییرات می تواند با دگرگونی هایی در بازتاب نور ناشی از اتولیز سلول ها، غیرطبیعی شدن پروتئین عضله (در نتیجه کاهش ظرفیت نگه داری آب در گوشت) و یا با تغییرات شدت نور رنگدانه های بین کروماتوفورهای پوست در ارتباط باشد. تحقیقات بیشتر در رابطه با مکانیسم تاثیر استرس بر رنگ پوست ماهیان بعد از مرگ ضروری به نظر می رسد. نتایج ارائه شده توسط Morkore و همکاران در سال ۲۰۰۸، نشان داد که شرایط تغذیه ای و استرس و فعالیت قبل از مرگ سبب واکنش های شدید فیزیولوژیکی می شود که بر متابولیسم انرژی، فرایند جمودنشی و پارامترهای کیفیت گوشت مثل بافت، رنگ و تراوش مایعات اثر می نهد (۱۱). تحقیقات بسیاری نامناسب بودن استفاده از گاز CO₂ جهت بیهوشی ماهی را به اثبات رسانده اند (۱۴). در این تحقیق نیز مشخص گردید که بیهوش کردن ماهی ها با گاز CO₂ علیرغم وارد کردن استرس فراوان به ماهی هنگام بیهوشی و مرگ، اختلاف چندانی از نظر کیفیت گوشت با ماهیان تیمار مرگ خارج از آب ندارد. در نتیجه استفاده از این گاز به منظور بیهوشی و کشتار ماهیان توصیه نمی گردد در حالی که کیفیت گوشت ماهیان بیهوش شده با گل میخک به نحو مطلوب حفظ گردید و از آنجا که این ماده در مقایسه با مواد شیمیایی یک ماده طبیعی با اثرات سوء ناچیز می باشد می توان از آن جهت بیهوشی و کشتار ماهیان به منظور بهبود کیفی گوشت حاصله استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

لازم است مراتب قدردانی و سپاس خود را از کارشناسان گرامی جناب آقای مهندس اکبر بابایی، جناب آقای مهندس عرفان کریمیان و جناب آقای مهندس محسن جلالیان و جناب آقای مهندس وحید عباسی و جناب آقای مهندس صادق شیروانی و همچنین دانشجویان محترم رشته شیلات دانشگاه گرگان که در مراحل انجام این پروژه تحقیقاتی ما را یاری نمودند، اعلام داریم. همچنین از جناب آقای مهندس علی جعفر نوده مسئول وقت مرکز تحقیقات آبی پروری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان نیز سپاسگزاری می نمایم.

تراوش کردند. Roth و همکاران در سال ۲۰۰۶ نشان دادند که استرس و فعالیت ماهی به هنگام مرگ می تواند میزان آب چک را در ماهی آزاد اقیانوس اطلس به میزان قابل توجهی افزایش دهد که با نتایج این تحقیق همسویی دارد (۱۵). نمی توان فاکتور خاصی را مسئول تغییرات بافتی فیله، تغییرات رنگ و تراوشات مایع (Liquid leakage) دانست اما به هر صورت تغییرات بیوشیمیایی مهم ترین نقش را ایفا می کنند (۱۱). Kiessling و همکاران در سال ۲۰۰۴ کاهش سریع pH عضله بعد از مرگ و pH نهایی پایین را عامل اصلی نرم شدن گوشت، غیر طبیعی شدن پروتئین ها و افزایش پروتئولیز گزارش نمودند (۷).

فیله ماهیان تیمار عصاره گل میخک زرد تر بودند. بر اساس نتایج فیله ماهیان بیهوش شده با CO₂ بیشترین میزان روشنایی و کمترین قرمزی را در مقایسه با سایر تیمارها داشت. در مطالعه Kiessling و همکاران در سال ۲۰۰۴ بر ماهی آزاد اطلس، فیله ماهیانی که با CO₂ بیهوش شدند نسبت به فیله ماهیانی که با گل میخک بیهوش شدند قرمز تر و زرد تر بودند (۷)، اما نتایج تحقیقات Robb و همکاران در سال ۲۰۰۰، نشان داد که فعالیت و استرس قبل از مرگ ماهی به طور معنی داری سبب روشن شدن گوشت، قرمزی کمتر و زردی بیشتر فیله در قزل آلائی رنگین کمان می شود که با نتایج این تحقیق همسویی باشد (۱۴). همچنین رنگ و تراوشات مایع ممکن است با اسیدی شدن حاصل از گلیکولیز بی هوازی تحت تأثیر قرار بگیرند (۱۱). الگوهای رنگ آمیزی ماهیان اهمیت فیزیولوژیکی، رفتاری و بوم شناختی (اکولوژیکی) دارند که می تواند به عنوان یک شاخص از وضعیت مطلوب شرایط زیستی و فیزیولوژیک موجود در آبی پروری و به عنوان یک فاکتور کیفی مهم برای بازار پسندی محصول مطرح باشد (۱۲). Jitinandana و همکاران در سال ۲۰۰۳ یافتند که استرس تحمیلی در مدت کمی قبل از مرگ سبب رنگ پریدگی (مات شدن) گوشت دودی شده ماهی چار قطبی (*Salvelinus alpinus*) می شود (۶). Robb و همکاران در سال ۲۰۰۰، عنوان کردند که تغییرات در ساختار عضله به دنبال استرس کشتار، بر رنگ فیله سالمونیدها (Salmonids) تأثیر دارد (۱۴). روش کشتار همچنین بر رنگ پوست ماهیان تیمار شده با روش های مختلف تأثیر داشت. در این تحقیق مشخص گردید روشنایی پوست ماهیان تحت استرس با سرعت و شدت بیشتری در طول زمان کاهش می یابد. با توجه به نتایج رنگ سنجی می توان دریافت که الگوی تغییرات رنگ بر اساس متغیرهای a* و b* پیچیده به نظر می رسد. Pavlidis و همکاران در سال ۲۰۰۶، Hue که آمیخته ای از ۲ فاکتور a* و b* می باشد را متغیر مناسب تری جهت مطالعه تغییرات جنبه های رنگی در پوست ماهی برشمردند (۱۲). طبق نتایج بدست آمده روشنایی پوست ماهیان تیمارهای تحت استرس در طول زمان کاهش چشمگیری داشت و روشنایی در پوست ماهیان تیمار عصاره گل میخک در طول زمان تغییری نداشت (p < ۰/۰۵) و همکاران در سال ۲۰۰۶ همچنین بیان نمودند



References

- Bagni, M., Civitareale, C., Priori, A., Ballerini, A., Finoaia, 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.
- EFSA. (2004) Welfare aspects of the main systems of stunning and killing the main commercial species of animals. *J. EFSA*. 45: 1-29.
- Erikson, U., Hultmann, L., Steen, J. E. (2006) Live chilling of Atlantic salmon (*Salmo salar*) combined with mild carbon dioxide anaesthesia I. Establishing a method for large-scale processing of farmed fish. *Aquaculture*. 252: 183- 198.
- Eskin, N. A. (1990) *Biochemistry of Foods. Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants World Health Organization Technical Report Series 20. Thirty-Sixth report of the joint FAO/WHO expert committee on food additives. WHO Technical report series. No. 799.*
- Grzegorz, J., Bernard, K., Robert, D. (2006) The anaesthetic effect of clove oil on Common carp (*Cyprinus carpio*). *Acta Ichtyol. Pisc.* 36: 93-97
- Jittinandana, S., Kenney, P. B., Slider, S. D., Mazik, P., Bebak-Williams, J., Hankins, J. A. (2003) Effects of fish attributes and handling stress on quality of smoked Arctic charr fillets. *J. Food. Sci.* 68: 57- 63.
- 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.
- Korhonen, R. W., Lanier, T. C., Giesbrecht, F. (1990) An evaluation of simple methods for following rigor development in fish. *J. Food. Sci.* 55: 346-348.
- Kristoffersen, T., Tobiassen, M., Esaiassen, G. B., Olsson, L. A., Godvik, M., Seppola, A., Olsen, R. L. (2006) Effects of pre-rigor filleting on quality aspects of Atlantic cod (*Gadus morhua L.*). *Aquac. Res.* 37: 1556-1564.
- Marx, H., Brunner, B., Weinzierl, W., Hoffman, R., Stolle, A. (1997) Methods of stunning freshwater fish: impact on meat quality and aspects of animal welfare. *Z Lebensm Unters Forsch.* 204: 282-286.
- Morkore, 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Ruff, N., Fitzgerald, R. D., Cross, T. F., Teurtrie, G., Kerry, J. P. (2002) Slaughtering method and dietary alpha-tocopheryl acetate supplementation affect rigor mortis and fillet shelf-life of turbot (*Scophthalmus maximus*) L. *Aquac. Res.* 33: 703-714.48.
- 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.
- Wills, C., Zampacavallo, G., Poli, B. M., Marlene, R. M., Proctor & Gary, T. M. (2006) Nitrogen stunning of rainbow trout. *Int. J. Food. Sci. Technol.* 41: 395-398.



EFFECTS OF CO₂, CLOVE OIL STUNNING PROCEDURE AND ASPHYXIA ON MEAT QUALITY IN COMMON CARP (*CYPRINUS CARPIO*)

Rahmanifarah, K.¹, Moloodi, Z.², Moini, S.³, Shabanpour, B.^{*1}, Shabani, A.¹, Imanpour, M. R.¹

¹Faculty of Fisheries, Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources, Gorgan-Iran.

²Faculty of Fisheries, Islamic Azad University, Tehran North Branch, Tehran- Iran.

³Faculty of Food Technology, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj- Iran.

(Received 26 November 2009 , Accepted 1 Jun 2010)

Abstract:

A pre-slaughter stunning procedure is one of the most important steps in management of the fish meat quality. The aim of the present study was to evaluate meat quality of Common carp affected by different stun-slaughtering procedures. In this investigation effects of 3 experimental treatments consist of 1) stunning carps via submerging in saturated CO₂ bath, 2) stunning carps through immersion into bath containing clove oil and 3) common fish slaughtering method (Asphyxia), were evaluated on meat quality of Common carp. Results revealed that anaesthetizing and killing procedures significantly made effect on meat quality compared to the immersion in clove oil method ($p<0.05$). We have shown that muscle pH varied significantly within trial time and among the experimental groups ($p<0.05$). Immediately after death, mean muscle pH for CO₂, clove oil and asphyxia groups were 6.34, 6.48 and 6.99, respectively. At 72 h postmortem, fish in clove oil group had the lowest drip loss ($p<0.05$). Asphyxia group had the highest mean refraction index throughout the post mortem period. Meanwhile, different stunning procedures significantly affected the fillet and skin color ($p<0.05$). It seems that stun/killing fish with clove oil preserve meat quality more than the other methods.

Key words: Common carp, meat quality, CO₂, clove oil, asphyxia.

*Corresponding author's email: b_shabanpour@yahoo.com, Tel: 0171-2245965, Fax: 0171-2245886

