



دانشگاه گیلان

بهره‌برداری و پرورش آبزیان

جلد دوم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۲

<http://japu.gau.ac.ir>

مدت زمان قطع غذادهی قبل از صید بر خصوصیات کیفی گوشت ماهی قزل‌آلا رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) هنگام نگهداری در یخچال (۴°C)

* ندا عالی^۱، محمد هرسیج^۲، حجت‌الله جعفریان^۳ و سید ولی حسینی^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه گنبد کاووس، استادیار گروه شیلات، دانشگاه گنبد کاووس،

^۲ دانشیار گروه شیلات، دانشگاه گنبد کاووس، استادیار گروه شیلات، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۴/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۷/۸

چکیده

خصوصیات کیفی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) قطع غذادهی شده طی ۱۲ روز نگهداری در یخچال (دما ۴ درجه سانتی‌گراد) مورد بررسی قرار گرفت. ماهیان طی زمان‌های ۰، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت قبل از صید، قطع غذادهی شدند. پس از انجام تیمار، نمونه‌های هر تیمار به‌صورت جداگانه در یخچال نگهداری شد و طی دوره نگهداری آزمایش میکروبی (بار باکتریایی کل)، آزمایش‌های شیمیایی (اندازه‌گیری تیوباریتوریک اسید، مجموع بازهای نیتروژنی فرار و pH) و ارزیابی حسی (با فواصل زمانی سه روزه) بر روی نمونه‌ها انجام گرفت. نتایج نشان داد که مقادیر pH، TVB-N، TBA و بار باکتریایی کل طی دوره نگهداری به‌طور معنی‌داری ($P < 0.05$) افزایش یافت. با افزایش ساعت‌های مختلف قطع غذادهی مقادیر TVB-N، TBA، بار باکتریایی کل و pH در مقایسه با گروه شاهد، کاهش یافت. مقادیر ارزیابی حسی نمونه‌ها نیز نشان دهنده کیفیت عالی تا خوب تا روز ششم برای تمام تیمارها بود. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان مدت ماندگاری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را طی دوره نگهداری تا ۶ روز، برای تمام تیمارها که قبل از صید قطع غذا شدند تعیین کرد.

واژه‌های کلیدی: ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، کیفیت گوشت، قطع غذادهی، نگهداری در یخچال

* مسئول مکاتبه: neda.ali65@yahoo.com

مقدمه

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان یکی از مطلوب‌ترین ماهیان پرورشی در ایران است که تقاضای مصرف آن روز به روز در حال افزایش می‌باشد. با توجه به افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان، تقاضا برای ماهی تازه نسبت به ماهی منجمد افزایش یافته است و یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های این ماهی، عرضه تازه و غیرمنجمد آن است (بارت و همکاران، ۲۰۰۶). ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از ماهیان چرب به‌شمار می‌رود. این ماهی به‌طور عمده در یخ‌نگهداری و انتقال داده می‌شود. از آنجایی که عمل یخ‌گذاری در بعضی موارد به‌دلیل کمبود یخ یا عدم دسترسی به آن با تأخیر همراه است و ماهی پس از چند ساعت قرار گرفتن در درجه حرارت محیط یخ‌گذاری می‌شود امکان اکسیداسیون آن وجود دارد و باعث تشدید عمل اکسیداسیون می‌شود (۲۰-۸ درصد) (رضوی شیرازی، ۲۰۰۱). از این‌رو این تغییرات از طریق پارامترهای میکروبیولوژیک، بیوشیمیایی و حسی مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به فسادپذیری خاص ماهی و دیگر فرآورده‌های دریایی و سرعت تغییرات کیفی در اختصاصات خوراکی آن‌ها، بی‌شک مهم‌ترین موضوع عمل‌آوری یا عرضه محصول به‌صورت تازه، جلوگیری از بروز تغییرات یا کاهش سرعت آن‌هاست که این خود مستلزم آگاهی از حدود و نحوه پیشرفت و شدت تأثیر تغییرات بر فاکتورهای کیفی محصول است. به‌خصوص آن‌که کیفیت ماهی در هنگام خروج از آب نیز خود تحت تأثیر عواملی قرار دارد که این عوامل به تنهایی یا توأم قادرند در کیفیت ماهی صید شده تأثیر داشته باشند مانند: محل صید، فصل، زمان صید، تغذیه و بسیاری عوامل دیگر (رضوی شیرازی، ۲۰۰۷). به همین جهت ضروری است یک یا مجموعه‌ای از فرایندهای مختلف در جهت جلوگیری از این تغییرات یا کاهش آهنگ پیشروی آن‌ها به‌کار گرفته شوند تا محصول در حد کیفی مطلوب به بازار مصرف ارائه گردد (رضوی شیرازی، ۲۰۰۷). طی نگه‌داری ماهی در یخ، رشد ارگانسیم‌های فاسد‌کننده ماهی و نیز سرعت فعالیت‌های آنزیمی و شیمیایی کاهش می‌یابد، اما فرایندهای اکسیداسیونی و هیدرولیزی چربی ماهیان متوقف نمی‌شود، بلکه به آرامی پیش می‌روند (فیشر و دینگ، ۱۹۹۷). این فرایندها منجر به بروز تغییرات ناخواسته‌ای در زمان نگه‌داری و در نتیجه کاهش کیفیت محصول می‌شوند (جوسف و همکاران، ۱۹۸۹). تازگی از عوامل عمده کیفیت است (اولافس‌دوتایر و همکاران، ۱۹۹۷). با این حال چند عامل دیگر مربوط به کیفیت در داخل مزرعه ماهی وجود دارد مانند اعمال دوره‌های قطع غذا قبل از صید که در آزاد ماهی اقیانوس اطلس دیده شد (بلوک هوس، ۱۹۸۷) و کاهش استرس هنگام صید در ماهی است (لاو و همکاران، ۱۹۹۳). تغذیه

بیش از حد سبب ذخیره چربی در لاشه می‌شود که نتیجه نامطلوبی بر ویژگی‌های بافت و عمل‌آوری (گیجدرم، ۱۹۹۷) می‌گذارد. یکی از استراتژی‌های به حداقل رساندن تغذیه، محدودیت مصرف غذا قبل از صید است. مطالعات انجام شده در آزاد ماهیان نشان داد که کاهش مصرف غذا موجب کاهش محتوای چربی (استوری باکن و همکاران، ۱۹۹۹) و تأثیر مثبت در بافت عضله (جوہانسون و همکاران، ۲۰۰۰) در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و اینین و همکاران (۱۹۹۹) در ماهی آزاد اقیانوس اطلس) می‌گردد. با این حال اسناد مربوط به خصوصیات کیفیت و کاهش تولید در ارتباط با قطع غذاهای قبل از صید در آزاد ماهیان اقیانوس اطلس محدود به چند مطالعه است (آکسنس و همکاران، ۱۹۸۵؛ لی وهاس، ۱۹۹۲؛ واسنی، ۱۹۹۵). قطع غذا تکنیکی است که می‌تواند منجر به تغییرات در ترکیب عضله و ذخایر چربی شود به‌همین دلیل برای بهبود کیفیت محصول مورد استفاده قرار می‌گیرد (گری گوراکیس و آلکسیس، ۲۰۰۵). مدت زمان بهینه محرومیت غذا به‌طور کامل مشخص نشده است و به احتمال زیاد به عواملی مانند گونه ماهی، وضعیت تغذیه و شرایط پرورش بستگی دارد (سبز و همکاران، ۲۰۱۳). بنابراین هدف از این پژوهش تعیین بهترین زمان برای قطع غذا قبل از صید بر کیفیت گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان هنگام نگهداری در یخچال است.

مواد و روش‌ها

ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان به تعداد ۶۰ عدد، از کارگاه پرورش ماهی واقع در محمدمشهر کرج، به‌صورت زنده در دی ماه ۱۳۹۱ تهیه گردیدند. میانگین وزن و طول ماهیان مورد استفاده به‌ترتیب 350 ± 25 گرم و 13 ± 5 سانتی‌متر بود. انتخاب ماهیان به‌صورت تصادفی و از بین ماهیان سالم و فاقد علائم بیماری انجام گرفت. سپس ماهیان تازه در داخل جعبه‌های یونولیت به‌صورت یک در میان در لایه‌هایی از یخ قرار گرفتند. آنگاه نمونه‌ها با رعایت شرایط صحیح انتقال، به آزمایشگاه شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران - محل انجام آزمایش - منتقل گردیدند. و سپس به‌مدت ۱۲ روز در یخچال (آزمایش، ایران) و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس از هر گروه نمونه‌های موردنیاز انتخاب شد و آزمایش‌های شیمیایی، میکروبیولوژیک و فاکتورهای حسی در فواصل روزهای ۱، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ انجام گرفت. زمان‌هایی که برای قطع غذاهای ماهیان در نظر گرفته شد، شامل ۰، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از آخرین تغذیه بود و سپس در یک زمان صید شدند.

به‌منظور بررسی کیفیت گوشت ماهیان در ابتدا ارزیابی‌های حسی و سپس آزمایش میکروبی انجام گرفت و برای اندازه‌گیری شاخص‌های فساد، گوشت ماهیان پس از چرخ شدن مورد آزمایش قرار گرفت. برای اندازه‌گیری pH از روش سلام (۲۰۰۷)، اندازه‌گیری تیوباربتوریک اسید^۱ TBA از روش چاتزکی ریکیدو و همکاران (۲۰۱۲) و اندازه‌گیری میزان کل بازهای نیتروژنی فرار TVB-N^۲ نیز به روش گودلاس و کونتامیناس (۲۰۰۵) انجام گرفت. مقدار مواد از ته فرار طبق رابطه زیر محاسبه گردید:

$$\text{TVB} - \text{N} = \frac{100 \times 1/4 \times \text{میزان اسید}}{\text{نمونه وزن}}$$

برای آزمایش‌های میکروبی ۲۵ سانتی‌متر مربع از پوست ناحیه قدامی پشت ماهی با اتانول ۹۶ درصد ضدعفونی شد. سپس مطابق روش سلام (۲۰۰۷) و اجاق و همکاران (۲۰۱۰) نمونه در محیط پلیت کانت آگار (PCA) قرار گرفتند. نمونه‌های کشت داده شده در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد پس از طی دوره انکوباسیون، شمارش شدند.

در بررسی حسی نمونه‌ها در هر دوره زمانی نمونه‌برداری به‌وسیله ۵ نفر داور آموزش دیده جهت ارزیابی ماهیان موردنظر استفاده گردید. پارامترهای حسی مورد آزمون شامل بافت، ظاهرعمومی، بوی آبشش، ظاهر آبشش و رنگ چشم ماهی بود که برطبق روش لاین و مورسی (۱۹۹۴) (جدول ۱) انجام پذیرفت.

1- Thiobarbituric acid

2- Total volatile base nitrogen

جدول ۱- معیارهای سنجش حسی مورد آزمون (لایین و مورسی، ۱۹۹۴)

نمره	چشم	ظاهر آبشش	بوی آبشش	ظاهر عمومی	بافت
۵	چشم شفاف و روشن بوده و حالت محدب دارد.	آبشش به رنگ قرمز روشن بوده و اندکی موکوس دارد.	آبشش ماهی بوی تازگی و خاص گونه را دارد.	ظاهر عمومی خوب بوده و پوست درخشانده و شفاف است.	بافت سفت firm و دارای قابلیت ارتجاعی است. فرورفتگی ناشی از فشار دست به سرعت برطرف می‌گردد.
۱	چشم اندکی کدر گشته و تا حدی تحدب آن کم شده است.	آبشش به رنگ قرمز بوده و مقداری موکوس دارد.	بوی خاص ماهی از بین رفته و آبشش فاقد بو می‌گردد.	ظاهر عمومی خوب بوده و پوست تا حدی درخشندگی خود را از دست داده است.	بافت سفت و تا حدی قابلیت ارتجاعی خود را از دست داد. فرورفتگی ناشی از فشار دست به آهستگی برطرف می‌گردد.
۲	تحدب چشم از بین رفته و چشم متمایل به شیری رنگ شده است.	رنگ آبشش قرمز صورتی تا قهوه‌ای بوده و دارای مقداری موکوس است.	بوی آبشش تند کمی تا متوسطی دارد.	درخشندگی ماهی و رنگ پوست آن کم شده است.	بافت سفتی کمی دارد. فرورفتگی ناشی از فشار دست ممکن است در بافت باقی بماند.
۳	چشم بدون تحدب، فرو رفته و شیری رنگ است.	رنگ آبشش قهوه‌ای بوده و ممکن است دارای موکوس زیادی باشد.	بوی آبشش خیلی تند و تعفن آور است.	پوست ماهی فاقد درخشندگی بوده و رنگ آن محو گشته است.	بافت به‌طور کامل نرم است.

آنالیز آماری: آنالیز آماری داده‌های حاصله با نرم‌افزار SPSS₁₆ انجام گرفت. با استفاده از روش آنالیز واریانس طرح مکرر در زمان^۱ جهت وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر حاصل از هر شاخص در زمان‌های ۰، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ روز به‌کار رفت. به‌منظور تجزیه و تحلیل مقادیر کمی شرط نرمال بودن قبل از آزمون آنالیز واریانس، با آزمون شاپیرو-ویلک^۲ و همگنی واریانس داده‌ها به‌وسیله آزمون لون^۳ بررسی شد. جهت مقایسه میانگین بین زمان‌ها و تیمارهای مختلف از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۹ و ۹۵ درصد استفاده شد و همچنین برای آنالیز میکروبی از آزمون ناپارامتریک (DANNETT T₃) استفاده

1- Repeated measures

2- Shapiro-wilk

3- Levene

بهره‌برداری و پرورش آبزیان (۲)، شماره (۴) زمستان ۱۳۹۲

گردید. آزمون کروسکال-والیس^۱ و من-ویتنی^۲ جهت بررسی تفاوت معنی‌دار در خصوصیات حسی تیمارها استفاده شد.

نتایج

بازهای ازته فرار (TVB-N): بیشترین میزان TVB-N در دوره‌های مختلف نگهداری در تیمارهای مختلف در روز ۱۲ و کمترین آن در روز صفر بود که اختلاف معنی‌داری داشتند. مقایسه آماری تیمارها با همدیگر نشان داد نمونه A با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را دارد (جدول ۲).

جدول ۲- میزان تغییرات در مجموع بازهای نیتروژنی فرار (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت) در طی دوره نگهداری (روز)

تیمار	دوره نگهداری (روز)				
	۰	۳	۶	۹	۱۲
A	۲۰/۴۰۰ ^{Aa}	۲۹/۱۳۳ ^{ABa}	۲۹/۳۶۶ ^{Ba}	۳۶/۵۰۰ ^{Ba}	۵۶/۰۰۰ ^{Ca}
B	۲۰/۳۰۰ ^{Ab}	۲۸/۸۰۰ ^{Bb}	۲۸/۸ ^{Bb}	۳۸/۴۰۰ ^{Cb}	۵۰/۶۶۶ ^{Db}
C	۲۰/۰۳۳ ^{Ab}	۲۴/۸۶۶ ^{ABb}	۲۹/۴۰۰ ^{Bb}	۳۶/۵۳۳ ^{Cb}	۵۱/۶۶۶ ^{Db}
D	۱۹/۹۴۶ ^{Ab}	۲۵/۱۳۳ ^{ABb}	۲۷/۸۰۰ ^{Bb}	۳۴/۹۳۳ ^{Cb}	۴۵/۱۳۳ ^{Db}

حروف کوچک مقایسه تیمار به تیمار، حروف بزرگ مقایسه تیمار در زمان، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح $P < 0/05$ تیمار A ساعت صفر، B تیمار ۱۲ ساعت، C تیمار ۲۴ ساعت و D تیمار ۴۸ ساعت

تیوباریتوریک اسید (TBA): برای تیمارهای A, B, C, D بیشترین میزان TBA در زمان ۱۲ و کمترین آن در زمان صفر است. در مقایسه تیمارها باهم در روز ۶، تیمار C و D با تیمارهای A و B اختلاف معنی‌داری داشتند و در سایر زمان‌ها تیمارها باهم اختلافی نداشتند (جدول ۳).

1- Kruskal-Wallis

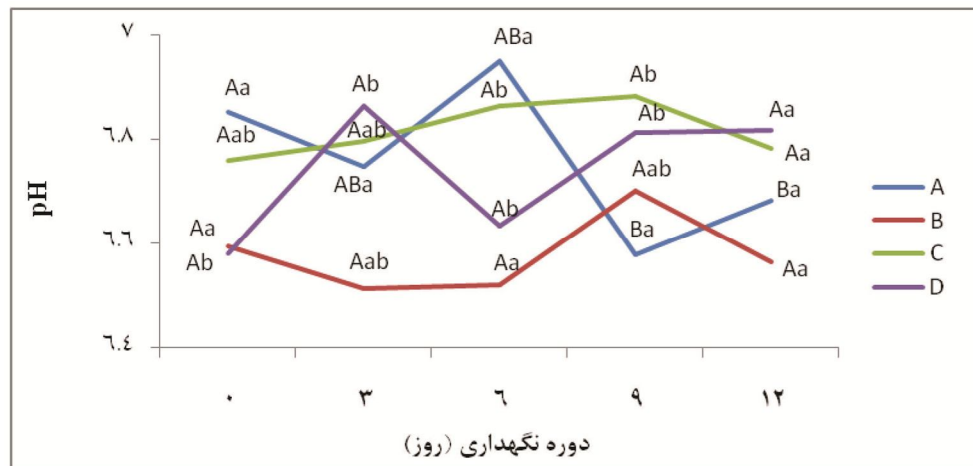
2- Man-Whitney

جدول ۳- میزان تغییرات تیوباریتوریک اسید (میلی گرم مالون آلدهید در یک کیلوگرم گوشت) طی دوره نگهداری (روز)

تیما	دوره نگهداری (روز)				
	۰	۳	۶	۹	۱۲
A	۰/۵۷۰ ^{Aa}	۰/۶۰۷ ^{Aa}	۰/۸۳۰ ^{Aa}	۰/۹۰۴ ^{Aa}	۱/۶۰۹ ^{Ba}
B	۰/۵۷۰ ^{Aa}	۰/۶۷۰ ^{Aa}	۰/۸۳۰ ^{Aa}	۰/۹۰۴ ^{Aa}	۱/۶۰۹ ^{Ba}
C	۰/۵۸۱ ^{Aa}	۰/۶۰۷ ^{Aa}	۰/۸۳۰ ^{Aab}	۰/۹۰۴ ^{ABa}	۱/۶۰۹ ^{Ba}
D	۰/۵۳۶ ^{Aa}	۰/۵۴۶ ^{Aa}	۱/۳۵۲ ^{Ab}	۰/۷۳۷ ^{Ba}	۱/۵۴۶ ^{Ba}

حروف کوچک مقایسه تیمار به تیمار، حروف بزرگ مقایسه تیمار در زمان، نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح $P < 0.05$
 تیمار ساعت صفر B تیمار ۱۲ ساعت، C تیمار ۲۴ ساعت و D تیمار ۴۸ ساعت

pH میزان pH در روزهای مختلف برای تیمارهای A, B, C, D تفاوت معنی‌داری نداشت و در مقایسه تیمارها با هم تیمار D در روز صفر و ۳ با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان دادند و در روزهای ۶ و ۹ تیمارهای C و D با تیمارهای A و B اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. در روز آخر آزمایش (۱۲) تفاوت معنی‌داری بین تیمارها موجود مشاهده نشد (شکل ۱).



شکل ۱- تغییرات میزان pH در طی دوره نگهداری (روز). حروف کوچک مقایسه تیمار به تیمار، حروف بزرگ مقایسه تیمار در زمان، نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح $P < 0.05$
 تیمار ساعت صفر B تیمار ۱۲ ساعت، C تیمار ۲۴ ساعت و D تیمار ۴۸ ساعت

نتایج آزمایش میکروبی

شمارش کل باکتری‌های قابل رویت^۱: نتایج در مورد میزان بارباکتریایی کل (TVC) نشان داد که بیشترین میزان کل باکتریایی در تمام تیمارها در روز ۱۲ دوره نگهداری و کمترین آن در روز صفر مشاهده شد. در مقایسه تیمارها، در روز ۶ و ۹ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان دادند و در بقیه روزها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۴).

جدول ۴. تغییرات میزان TVC(log cfu/g) در طی دوره نگهداری (روز)

تیمار	دوره نگهداری (روز)				
	۰	۳	۶	۹	۱۲
A	۷/۰۰ ^{Aa}	۱۲۰۰/۰۰ ^{Ca}	۴۳۳۳/۳۳ ^{ABa}	۲۳۵۳۳/۳۳ ^{Aa}	۲۲۰۰/۰۰ ^{BDa}
B	۶۰۰ ^{Ba}	۲۰۰۰/۰۰ ^{ABa}	۳۹۳۳/۳۳ ^{Aa}	۲۶۸۶۶/۶۶ ^{ABab}	۳۰۰۰/۰۰ ^{ABa}
C	۱/۶۷ ^{BCa}	۳۱۵۳۳/۳۳ ^{Aa}	۴۶۶/۶۶ ^{Bb}	۱۷۴۰۰/۰۰ ^{Bb}	۳۵۳۳/۳۳ ^{ABa}
D	۱/۶۷ ^{BDEa}	۵۵۳۳/۳۳ ^{Aa}	۲۶۶/۶۶ ^{ABEb}	۱۵۳۳/۳۳ ^{CEa}	۲۱۳۳/۳۳ ^{Ba}

حروف کوچک مقایسه تیمار به تیمار، حروف بزرگ مقایسه تیمار در زمان، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح $P < 0.05$.
A تیمار ساعت صفر B تیمار ۱۲ ساعت، C تیمار ۲۴ ساعت و D تیمار ۴۸ ساعت

ارزیابی حسی: بررسی شاخص‌های حسی در مورد ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان نگهداری شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نشان دهنده این بود که با افزایش زمان نگهداری امتیاز کیفی شاخص‌های حسی مورد بررسی کاهش می‌یابد. درصد امتیازات نهایی ویژگی‌های حسی در روزهای نمونه‌برداری در تیمارهای مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است. در روز صفر نمونه‌های تهیه شده از نظر عوامل بررسی شده در آنالیز حسی امتیاز صفر داشتند و تا روز ششم کیفیت آن‌ها قابل قبول بود ولی در روز ۹ و ۱۲ به‌طور کلی نمونه‌ها غیر قابل مصرف تشخیص داده شدند (جدول ۵).

1- Total viable counts

ندا عالی و همکاران

جدول ۵- نتایج* ارزیابی حسی** (تغییرات امتیاز بافت، ظاهر عمومی، ظاهر آبشش، بوی آبشش و چشم) طی دوره نگه‌داری در دما ۴ درجه سانتی‌گراد

روز	۰	۳	۶	۹	۱۲
صفر ساعت	۰	۱(۱-۲) ^b	۲(۳-۲) ^a	۳(۲-۳) ^a	۳
۱۲ ساعت	۰	۲(۱-۲) ^a	۲(۱-۲) ^a	۲(۲-۳) ^b	۳
۲۴ ساعت	۰	۱(۱-۲) ^b	۲(۱-۲) ^a	۲(۲-۳) ^b	۳
۴۸ ساعت	۰	۱(۱-۲) ^b	۲(۱-۲) ^a	۳(۲-۳) ^a	۳

* میانه سه تکرار به روش کورسکال والیس و من ویتنی

** عالی=۰، خوب=۱، قابل پذیرش=۲، نامطلوب=۳، حروف متفاوت در هرستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

بحث

مجموع بازهای فرار نیتروژنی TVB-N از آمونیاک و آمین‌های فرار تشکیل شده است که به‌عنوان یکی از نشانگرهای اصلی تخریب و تجزیه گوشت محسوب می‌شود (یل ماز و همکاران، ۲۰۰۹). گزارشات موجود حد قابل قبول TVB-N ۳۰ تا ۳۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت در ماهی بیان نمودند (کانل، ۱۹۷۵). در این مطالعه میزان TVB-N در روز ۱۲ برای تیمارهای به حد غیرقابل پذیرش در طی دوره مورد آزمایش (۱۲ روز) رسید. افزایش میزان TVB-N در طول دوره نگه‌داری را می‌توان با فعالیت‌های باکتری‌های مولد فساد و آنزیم‌های درونی مرتبط دانست (یل ماز و همکاران، ۲۰۰۹). از آن‌جاکه TVB-N به‌طور عمده در اثر تجزیه باکتریایی گوشت ماهی ایجاد می‌شود، افزایش بار باکتریایی در طول دوره را نیز می‌توان دلیلی بر این مورد دانست (اجاق و همکاران، ۲۰۱۰). TVB-N در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان که در طول زمان ذخیره‌سازی قطع غذا شده بودند افزایش یافت که این نتایج مشابه مطالعه ماهی سیم دریایی قطع غذا شده در دوره‌های مختلف زمانی بود (آلوارز و همکاران، ۲۰۰۸).

اکسیداسیون چربی از عوامل اساسی نامطلوب شدن طعم و مزه در آن‌ها محسوب می‌شود (گیوی لن و ریوز، ۲۰۰۴). به‌منظور ارزیابی درجه اکسیداسیون لیپید در ماهیان به‌طور وسیعی از شاخص TBA استفاده می‌شود که میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون به‌ویژه آلدهید را نشان می‌دهد

(کوستاکی و همکاران، ۲۰۰۹). TBA اکسیداسیون چربی‌ها بر اساس محتوای مالون دی آلدئید (MDA) می‌باشد. مالون دی آلدئید (MDA) توسط هیدروپراکسیدهایی تشکیل می‌شود که حاصل واکنش اولیه اسیدهای چرب با اکسیژن می‌باشند (کوستاکی و همکاران، ۲۰۰۹). میزان حد مجاز TBA ماهی بین ۱ تا ۲ میلی‌گرم مالون‌الدئید در یک کیلوگرم گوشت ماهی گزارش شده است (شکیلا و همکاران، ۲۰۰۵). در این پژوهش میزان TBA در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در طی زمان نگهداری در یخچال در تیمارهای مختلف به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. کم‌ترین میزان TBA در زمان صفر برای تیمار A است. روند افزایش این شاخص به‌دلیل افزایش آهن هم و دیگر پراکسیدان‌ها در ماهیچه و همچنین تولید آلدئیدها به‌عنوان محصول ثانویه اکسیداسیون از تجزیه هیدرو پراکسیدها است (گومس و همکاران، ۲۰۰۳). کاهش میزان TBA در بعضی از روزهای نگهداری ممکن است به‌دلیل کاهش هیدروپراکسیدها و واکنش بین مالون آلدئید به پروتئین‌ها، اسیدآمین و گلیکوژن باشد که باعث کاهش مقادیر مالون آلدئید می‌شود (گومس و همکاران، ۲۰۰۳). این نتایج مشابه مطالعه ماهی سیم دریایی قطع غذا شده در دوره‌های مختلف زمانی به‌دست آمد (آلوارز و همکاران، ۲۰۰۸). این نتایج بر خلاف مطالعه کاکلی و همکاران (۲۰۰۷) بود که بر روی ماهی باس دریایی انجام شد و گزارش شد که در پایان ۱۸ روز ذخیره‌سازی فساد اکسیداسیونی رخ نداد. به‌این نکته باید توجه داشت که طبق گزارشات آبورگ (۱۹۹۳) TBA ممکن است نرخ واقعی اکسیداسیون لیپید را آشکار نکند زیرا مالون آلدئید می‌تواند با دیگر اجزای بدن ماهی تداخل کند. این اجزا ممکن است از آمین، نوکلئوزید و اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها، اسیدآمین و فسفولیپیدها و آلدئیدها باشد. این تعامل می‌تواند تا حد زیادی بسته به گونه ماهی متفاوت باشد (پاپادوپولوس و همکاران، ۲۰۰۳).

pH عضله ماهی زنده نزدیک به ۷ است، اما پس از مرگ براساس فصل، گونه و فاکتورهای دیگر، pH به‌طور قابل ملاحظه‌ای تغییر می‌کند (کاکلی و همکاران، ۲۰۰۶). طبق آنالیزهای آماری تفاوت معنی‌داری در عامل pH در طول دوره نگهداری مشاهده نشد. شاخص pH در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد. بیشتر ماهیان دارای مقادیر اندک کربوهیدرات (کمتر از ۰/۵ درصد) در بافت ماهیچه‌ای خود هستند به‌طوری‌که بعد از مرگ ماهی مقدار اسید لاکتیک تولید شده در نتیجه واکنش گلیگولیز اندک بود و pH گوشت ماهیان بعد از مرحله جمود نعشی بالاتر از ۶ خواهد بود. این پدیده از خصوصیات ویژه و مهم مرتبط با گوشت ماهیان می‌باشد (گرم و هاس، ۱۹۹۶). افزایش این مقادیر در طول ذخیره‌سازی در یخ به‌دلیل آمونیوم و سایر ترکیبات نیتروژنی می‌باشد (آندرسن و همکاران،

(۱۹۹۷). به هر حال با افزایش زمان قطع غذادهی طی دوره‌های نگهداری مقادیر pH کاهش می‌یابد. تفاوت pH نمونه ماهی می‌تواند به فاکتورهای متعددی از جمله شرایط نگهداری و ظرفیت بافری گوشت مرتبط باشد (پاچیکوآکولار و همکاران، ۲۰۰۰). میزان pH نیز به‌عنوان یک فاکتور مطمئن جهت اندازه‌گیری فساد پیشنهاد نمی‌شود. این فاکتور تحت تأثیر سایر فاکتورهای شیمیایی، میکروبی و حسی قرار دارد ارسوی و همکاران (۲۰۰۸). این نتایج با پژوهش‌های جینس و همکاران (۲۰۰۲) بر روی ماهی سیم دریایی که نشان داد با افزایش زمان قطع غذادهی میزان pH کاهش می‌یابد و آلوآرز و همکاران (۲۰۰۸) بر روی ماهی سیم که تأثیر زمان قطع غذادهی در طول دوره ذخیره‌سازی در یخ را بررسی کردند، مطابقت دارد.

فساد در ماهیان تازه به دلیل فعالیت و رشد ارگانیزم‌های ویژه عامل فساد است که با تولید متابولیت‌هایی منجر به نامطلوب شدن طعم و بوی ماهیان و در نهایت غیرقابل مصرف شدن آن‌ها می‌شود (گرم و هاس، ۱۹۹۶؛ گرم و دالگارد، ۲۰۰۲). طی مطالعات انجام شده توسط گرم و دالگارد (۲۰۰۲) مشخص شد میکروارگانیسم‌های عامل فساد مواد غذایی در موارد مشابه نیز یکسان نبودند و فلور میکروبی جداسازی شده از غذاهای دریایی از یک مطالعه به مطالعه دیگر متفاوت بود به طوری که نوع و میزان این ارگانیسم‌ها در هر مطالعه بسته به گونه ماهی و محیط زندگی آن‌ها، وضعیت اقلیمی، نحوه صید، نوع محصول فرآوری شده، دما و نحوه نگهداری متفاوت خواهد بود. (گرم و هاس، ۱۹۹۶).

بیشترین حد پیشنهاد شده برای TVC در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان $7 \log \text{cfu/g}$ است (کمسیون بین‌المللی فساد میکروبی غذا، ۱۹۸۶). در این پژوهش در روز ۱۲ دوره نگهداری مقدار کل باکتری هوازی از حد مجاز تعیین شده برای تمام تیمارهای قطع غذا شده بیشتر بود. این پژوهش مطابق با نتایج کاکلی و همکاران (۲۰۰۷) و همچنین آلوآرز و همکاران، (۲۰۰۸) در مورد ماهی سیم بود که نشان داد تا روز ۱۴ برای تیمارهای که ۷۲ ساعت قطع غذا شدند به حد مجاز خود رسیدند و در روز ۲۱ مقدار کل باکتری هوازی برای تمام تیمارهای قطع غذا شده به حد غیرمجاز خود رسیدند است.

ارزیابی حسی به‌عنوان یکی از روش‌های سنجش کیفیت ماهیان طی دوره نگهداری در مطالعات بسیاری از پژوهش‌گران از جمله آبورگ و همکاران (۲۰۰۲)، نامولما و همکاران (۱۹۹۹)، ماکا و همکاران (۱۹۹۷) آمده است و از آن به‌عنوان روشی مناسب جهت برآورد کیفیت ماهی در طی دوره نگهداری نام برده می‌شود. نگهداری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در یخچال منجر به تغییرات قابل

ملاحظه‌ای در خواص ارگانولپتیک و کاهش کیفیت آن‌ها گردید. در این آزمایش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تازه دارای بو، ظاهر خوب و بافت سفتی بود و همگی در روز صفر دارای امتیاز عالی بودند اما از روز ۳ به بعد از کیفیت ماهی کاسته شد تا این‌که در روز ۱۲ غیر قابل مصرف بود. به‌طور کلی بوی نامطلوب ماهیان در اثر فساد اکسیداتیو چربی و تشکیل ترکیباتی با وزن مولکولی پایین (ال-سیبای و همکاران، ۱۹۸۷؛ بن جایگیری و همکاران، ۱۹۹۹) تخریب پروتئین‌ها (ویدیا و اسریکر، ۱۹۹۶) و نیز تغییر در ترکیب تری متیل آمین اکسید (TMAO) (نامولما و همکاران، ۱۹۹۹) ایجاد می‌شود. در این پژوهش بوی فساد در آبشش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان شدت بالایی داشت. احتمالاً مجموعه‌ای از عوامل فوق در بروز چنین امری دخیل بودند. در این پژوهش بافت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ثبات و پایداری کمی را در طی دوره نگهداری نشان داد. تغییرات چشم و رنگ آبشش نیز در نمونه ماهیان نگهداری شده در یخچال قابل ملاحظه بود. این پژوهش مطابق با نتایج ارزیابی حسی در ماهی سیم است که نشان داد عمر مفید ماهی‌ها با افزایش زمان قطع غذایی در طول دوره ذخیره‌سازی در یخ کاهش می‌یابد (آلوارز و همکاران، ۲۰۰۸).

نتیجه‌گیری

یکی از اهداف این پژوهش تعیین نقش زمان قطع غذایی قبل از صید در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بود که طی نتایج به‌دست آمده بهترین زمان قطع غذایی در طول دوره نگهداری، ۴۸ ساعت قبل از صید بوده است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های مختلف ارزیابی کیفیت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، طی دوره نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، افت نسبی کیفیت را نشان داد. طی ارزیابی حسی مدت ماندگاری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان حدود ۶ روز، برای تمام تیمارها که قبل از صید قطع غذا شدند، تعیین گردید.

سپاسگزاری

به‌این وسیله از مسئولین محترم آزمایشگاه فرآوری آبزیان دانشکده منابع طبیعی تهران که نهایت همکاری در اجرای این پژوهش داشتند بسیار سپاسگزاریم.

منابع

1. Aksnes, A., Halvorsen, K. Roald, S.O. 1985. Holdbarhet og kvalitetsbedømmelse av iset oppdrettslaks (Shelf life and quality judgement of iced farmed salmon). Norsk Fiskeoppdrett. 2: 20-23.
2. Álvarez, A., García García, B., Garrido, M.D. Hernández, M.D. 2008. The influence of starvation time prior to slaughter on the quality of commercial-sized gilthead seabream (*Sparus aurata*) during ice storage. Aquaculture. 284: 106-114.
3. Andersen, U.B. Thomassen, M.S. and Rørå, A.M.B. 1997. Texture properties of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): effects of diet, muscle fat content and time of storage on ice. Journal of the Science of Food and Agriculture. 74: 347-353.
4. Auburg, S.P. 1993. Review: interaction of malonaldehyde with biological molecules new trends about reactivity and significance. International Journal of Food Science and Technology. 28: 323-335.
5. Aubourg, P.S., Lehman, I. and Gallardo, M.J. 2002. Effect of previous chilled storage on rancidity development in frozen horse mackerel (*Trachurus trachurus*). Journal of the Science of Food and Agriculture. 82: 1764-1771.
6. Barat, J.M., Gallart-Jornet, L., Andres, A., Akse, L., Carlehog, M. and Skjerdal, O.T. 2006. Influence of cod freshness on the salting, drying and desalting stages. Journal of Food Engineering. 73: 9-19.
7. Ben-Gigirey, B., De Sousa, J.M., Villa, T.G. and Barros-velazquez, J. 1999. Chemical changes and visual appearance of albacore tuna as related to frozen storage. Journal of Food Science. 64: 20-24.
8. Blokhus, H. 1987. Aspects related to quality of farmed norwegian salmon (*Salmo salar*). In: Kramer D.E. and Liston J. (eds), seafood quality determination, developments in food science. 15. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Pp:615-628.
9. Cakli, S., Kilinc, B., Cadun, A., Dincer, T. and Tolasa, S. 2007. Quality differences of whole ungutted sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) while stored in ice. Food Control. 18: 391-397.
10. Chatzikiyriakidou, K. and Katsanidis, E. 2012. Effect of Liquid smoke dipping and Packaging method on the keeping quality of raw and cooked chub mackerel (*Scomber japonicus*) Fillets. Journal of Aquatic Food Product Technology. 21:445-454.
11. Connell, J.J. 1975. Control of fish quality and Surrey: Fishing News (Books). 38p.

12. Einen, O., Mørkøre, T., Rørå, A.M.B. and Thommassen, M.S. 1999. Feed ration prior to slaughter-a potential tool for managing product quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*. 178: 149-169.
13. El-Sebaiy, L.A., Metwalli, S.M. and Khalil, M.E. 1987. Phospholipids changes in muscles of plat head grey mullet (*Mugil cephalous*) during frozen storage. *Journal of Food Chemistry*. 26: 85-96.
14. Ersoy, B., Aksan, E. and Ozeren, A. 2008. The effect of thawing methods on the quality of eels (*Anguilla anguilla*). *Journal of Food Chemistry*. 111: 377-380.
15. Fisher, J. and Deng, J.C. 1997. Catalysis of lipid oxidation: A study of mullet (*mugil cephalus*) dark flesh and emulsion model system. *Journal of Food Science*. 42: 610-614.
16. Gjedrem, T. 1997. Flesh quality improvement in fish through breeding. *Aquaculture International*. 5: 197-206.
17. Gines, R. Palico, M. Zamorano, M.J. Arguello, A. Lopez, J.L. and Afonso, J.M. 2002. Starvation before slaughtering as a tool to keep freshness attributes in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*. 10: 379-389.
18. Gram, L. and Huss, H.H. 1996. Microbiological spoilage of fish and fish products. *International Journal of Food Microbiology*. 33: 121-137.
19. Gram, L. and Dalgaard, P. 2002. Fish spoilage bacteria problems and solutions. *Current Opinion in Biotechnology*. 13: 262-262.
20. Gomes, H.A., Silva, E.N., Nascimento, M.R.L. and Fukuma, H.T. 2003. Evaluation of the 2 thiobarbituric acid method for the measurement of lipid oxidation in mechanically deboned gamma irradiated chicken meat. *Food Chemistry*. 80: 433-7.
21. Goudlas, A.E. and Kontominas, M.G. 2005. Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. *Journal of Food Chemistry*. 93: 511-520.
22. Guillen, M.D. and Ruiz, A. 2004. Study of the oxidative stability of salted and unsalted salmon fillets by H. nuclear magnetic resonance. *Journal of Food Chemistry*. 86: 297-304.
23. ICMSF "International Commission on Microbiological Specification for Foods". 1986. *Microorganisms in foods*. 2. Sampling for microbiological analysis: principle and specific applications (2nd ed.). Buffalo, NY: University of Toronto Press. 87p.
24. Johansson, L., Kiessling, A., Kiessling, K.H. and Berglund, L. 2000. Effects of altered ration levels on sensory characteristics, lipid content and fatty acid composition. *Aquaculture Research*. 34: 55-64.

25. Joseph, J., George, C. and Perigreen, P.A. 1989. Studies on minced fish storage and quality improvement. *Journal of Marine Biological Association of India*. 31: 247-251.
26. Kostaki, M., Giatrakou, V., Savvaidis, I.N. and Kontominas, M.G. 2009. Combined effect of MAP and thyme essential oil on the microbiological, chemical and sensory attributes of organically aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. *Journal of Food Microbiology*. 26: 475-482.
27. Lie, Ø. and Huse, J. 1992. The effect of starvation on the composition of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Fiskeri Direktoratets Skrifter Ernaering*. 5:11-16.
28. Lin, D. and Morrissey, M.T. 1994. Iced storage characteristics of northern squawfish (*Ptychocheilus oregonensis*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 3: 25-43.
29. Lowe, T.E., Ryder, J.M., Carragher, J.F. and Wells, R.M.G. 1993. Flesh quality in snapper, (*Pagrus auratus*), affected by capture stress. *Journal of Food Science*. 58: 770-773.
30. Maca, J.V., Miller, R.K., Maca, J.D. and Acuff, G.R. 1997. Microbiological, sensory and chemical characteristics of vacuum-packaged cooked beef top rounds treated with sodium lactate and sodium propionate. *Journal of Food Science*. 62: 586-590.
31. Namulema, A., Muyonga, J.H. and Kaaya, A.N. 1999. Quality deterioration in frozen Nile perch (*Lates niloticus*) stored at -13 and -27°C. *Food Research International*. 32: 151-156.
32. Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H. and Hosseini, S.M.H. 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Journal of Food Science*. 120: 193-198.
33. Olafsdottir, G., Martinsdottir, E., Oehlenschläger, J., Dalgaard, P., Jensen, B., Undeland, I., Mackie, H.M., Henahan, G. Nilsen, J. and Nilsen, H. 1997. Methods to evaluate fish freshness in research industry. *Trends in Food Science and Technology*. 8: 258-265.
34. Pacheco-Aguilar, R., Lugo-Sachez, M.E. and Robles-Burgueno, R. 2000. Postmortem biochemical and functional characteristic of monterey sardine muscle stored at 0 °C. *Journal of Food Science*. 65: 40-47.
35. Papadopoulos, V., Chouliara, I., Badeka, A., Savvaidis, I.N. and Kontominas, M.G. 2003. Effect of gutting on microbiological, chemical. and sensory properties of aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice. *Food Microbiology*. 20: 411-420.
36. Razavi, S.H. 2001. *Seafood Tecnology Publications in Seal Role*. 292p.
37. Razavi, S.H. 2007. *Seafood Tecnology-Storage and processing*. Tehran, 336p.

38. Sallam, K.I. 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. Food control. 18: 566-575.
39. Shakila, R., Jeyasekaran, G. and Vijayalakshmi, S. 2005. Effect of vacuum packaging on the quality characteristics of seer fish (*Scomberomorus commersonii*) chunks during refrigerated storage. Journal of Food Science and Technology. 42: 438-443.
40. Storebakken, T., Hung, S.S.O., Calvert, C.C. and Plisetskaya, E.M. 1991. Nutrient partitioning in rainbow trout at different feeding rates. Aquaculture. 96: 191-203.
41. Vidya, S.R.G. and Srikar, L.N. 1996. Effect of preprocess ice storage on the lipid changes of Japanese threadfin bream (*Nemipterus japonicus*) mince during frozen. Asian Fisheries Science. 9: 109-114.
42. Yilmaz, M., Ceylan, Z.G, Kocaman, M., Kaya, M. and Yilmaz, H. 2009. The effect of vacuum and modified atmosphere packaging on growth of *Listeria* in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. Journal of Muscle Foods. 20:465-77.
43. Wathne, E. 1995. Strategies for directing slaughter quality of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). With emphasis on diet composition and fat deposition. Agricultural University of Norway, As, Norway, 6: 230p.