



دانشگاه گوارش و منابع آب

بهره‌برداری و پرورش آبزیان

جلد هفتم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۷

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

DOI:

تأثیر افزایش وزن بر ترکیب شیمیایی، تغییر رنگ و بازدهی فیله در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

*افشین عادل‌ی و سید مهدی اجاق

^۱دانشیار، گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۱۷

چکیده

ماهی پرترفدار قزل‌آلا از لحاظ کیفیت تغذیه و هم از دیدگاه اقتصادی برای اکثر مصرف‌کنندگان بسیار مهم می‌باشد. بنابراین به‌منظور آگاهی از تغییرات کیفی و شیمیایی عضله، پروفایل اسیدهای چرب و همچنین میزان بازدهی فیله ماهی، ۷۵ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی در وزن‌های ۳۰۰، ۵۰۰ و ۷۰۰ گرم پس از آماده‌سازی اولیه مورد آزمایش و مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمارهای یاد شده از لحاظ میزان رطوبت و پروتئین اختلاف معناداری با هم نداشتند ($P < 0/05$)، اما میزان چربی و خاکستر و همچنین آنالیز شاخص‌های رنگ a^* و b^* و روشنایی L^* در برخی از تیمارها دارای اختلاف معنادار بوده است ($P < 0/05$). همچنین بازدهی فیله در تمامی تیمارها با هم دارای اختلاف معنادار ($P < 0/05$) بوده و با افزایش وزن ماهی افزایش یافت. به‌طوری‌که در مجموع با افزایش وزن ماهی قزل‌آلا از وزن ۳۰۰ گرم به وزن‌های بالاتر و به‌خصوص تا وزن ۵۰۰ گرم، گوشت این ماهی از لحاظ ارزش تغذیه‌ای و بازدهی فیله در شرایط بهتری قرار می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: قزل‌آلای رنگین‌کمان، ترکیب شیمیایی، تغییرات رنگ، بازدهی فیله

مقدمه

رشد روز افزون جمعیت انسانی و نیاز به منابع گسترده‌تر غذایی و همچنین توجه بیشتر به تنوع آن یکی از چالش‌های امروزی جوامع بشری است (علی‌نژاد و فلاح‌تکار، ۲۰۰۳). امروزه آبرزی پروری در فراهم کردن غذای مصرفی جوامع بشری سهم بسزایی داشته و در تولید فرآورده‌های با کیفیت تغذیه‌ای بالا و قیمت پایین نقش مهمی بر عهده دارد. افزایش آبرزی

پروری باعث افزایش گرایش به مصرف پروتئین ماهی و همچنین به‌طور غیرمستقیم باعث حفظ ذخایر طبیعی برای بهره‌برداری در آینده می‌شود و افزایش تقاضا و حفظ ذخایر طبیعی آبزیان احتیاج به توسعه آبرزی پروری صحیح جهت تولید محصولات غنی از اسیدهای چرب، آمینواسیدها و دیگر عناصر با ارزش تغذیه‌ای بالا برای رژیم غذایی انسان دارد (لناس و همکاران، ۲۰۱۱). بنابراین آبزیان با دارا بودن پروتئین‌های با کیفیت، اسیدهای چرب غیراشباع

*مسئول مکاتبه: afshinadeli@yahoo.com

خانوارهای ایرانی دارد (ذوالفقاری و همکاران، ۲۰۰۹). رواج زنده فروشی این ماهی از سال ۱۳۷۶ تاکنون، خرید آن را با بیشترین استقبال مواجه نموده است و تحقیقات نشان می‌دهد ۶۰ درصد اولویت اول خرید شهروندان پایتخت ایران را این ماهی تشکیل می‌دهد (عادلی و شعبانپور، ۲۰۰۷). تمایل رو به افزایش مردم در مصرف ماهی و آگاهی عموم از ارزش غذایی و سلامتی ماهی، تقاضا مصرف ماهی به‌خصوص قزل‌آلا را در ایران افزایش داده است. تا به حال ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بیشتر در وزن‌های ۲۵۰-۳۰۰ گرم به فروش می‌رسیده است و اکثر منابع وزن بازاری این ماهی را در این محدوده ذکر کرده‌اند اما با تغییر ذائقه مصرف‌کنندگان، وزن‌ها افزایش یافته است. به‌طوری‌که در سال‌های اخیر تقاضای بازار و اکثر کارخانجات فرآوری در وزن‌های بالاتر از این محدوده بوده است و همچنین پرورش‌دهندگان نیز به لحاظ سود اقتصادی تمایل بیشتری به فروش ماهی با وزن‌های بالاتر از ۳۰۰ گرم را دارند. وزن بازاری ماهی از موارد مهمی است که هم روی قیمت تمام شده تأثیر داشته و هم با توجه به گرایش مصرف‌کنندگان وزن بازاری عرضه می‌گردد (عادلی، ۲۰۱۴).

از آنجا که تغییرات کیفی و شیمیایی عضله و همچنین میزان بازدهی فیله ماهی می‌تواند تحت تأثیر افزایش وزن ماهی قرار گیرند بنابراین آگاهی از اثر افزایش وزن بر عوامل یاد شده هم از لحاظ کیفیت تغذیه‌ای و هم از دیدگاه اقتصادی برای انواع مصرف‌کنندگان بسیار مهم می‌باشد. بنابراین نتایج این تحقیق می‌تواند با توجه شواهد ظاهری گرایش جامعه به اوزان بالاتر این ماهی تحلیل بهتری را برای وزن بازاری مطلوب ارائه نماید.

ضروری، مواد معدنی و ویتامین‌ها جایگاه ویژه‌ای در تغذیه انسان دارند. بدن انسان قادر به سنتز اسیدهای چرب چند غیر اشباعی امگا-۳ نمی‌باشد و این اسیدهای چرب باید از طریق غذا تأمین شوند. بنابراین وجود اسیدهای چرب چند غیر اشباعی در ماهیان آب شیرین و دریایی از مزایای مصرف آنهاست که نقش مهمی در پیش‌گیری از بیماری‌های قلبی-عروقی ایفا می‌کند (ذوالفقاری و همکاران، ۲۰۰۹). روش‌های پرورش ماهی، ترکیب جیره غذایی مصرفی، سن و وزن ماهی نقش بسزایی در تغییر ترکیب شیمیایی گوشت ماهی دارند. به‌علاوه نوع چربی ذخیره‌ای در عضلات ماهی با سن و وزن ماهی در ارتباط است (کیسلینگ و همکاران، ۲۰۰۵). از آنجا که اخیراً با توجه به تغییر شیوه زندگی، بیشتر جوامع انسانی به سمت غذاهای آماده روی آورده‌اند، صنایع غذایی به سمت تولید انواع غذاهای آماده مصرف همچون فیله ماهی سوق پیدا کرده است. به‌طوری‌که دلیل‌شد تقاضا قزل‌آلا در اروپا نیز فیله کردن آن عنوان شده است (شو و گابوت، ۱۹۹۲). با توجه به ضرورت مصرف غذاهای دریایی به‌دلیل خواص منحصر به فرد خود و ایجاد تنوع در منابع غذایی، فیله ماهی علاوه بر ایجاد تنوع در غذای مصرفی زمان ماندگاری بالاتری نیز دارد (علی‌نژاد و فلاحتکار، ۲۰۰۳). یکی از مهم‌ترین و مطلوب‌ترین آبزیان پرورشی در ایران ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) می‌باشد. به‌طوری‌که تولید آن در کشور از ۸۳۵ تن در سال ۱۳۷۲ تا ۱۸ سال اخیر حدود ۳۲ درصد رشد داشته است (عادلی و بقایی، ۲۰۱۳) این ماهی علاوه بر بازارپسندی بالا با توجه به دارا بودن قابلیت پرورش در اکثر نقاط کشور، نسبت به آبزیان دیگر جایگاه ویژه‌ای در تغذیه

مواد و روش‌ها

تعداد ۷۵ عدد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی در سه گروه ۲۵ عددی و با متوسط وزن‌های به‌ترتیب حدود ۳۰۰، ۵۰۰ و ۷۰۰ گرم از یکی از مزارع پرورش ماهی واقع در شهرستان علی‌آباد کتول استان گلستان تهیه و در شرایط مناسب و به‌همراه یخ به آزمایشگاه فرآوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انتقال داده شدند. پس از ورود به آزمایشگاه و انجام مراحل مقدماتی آماده‌سازی اولیه (تخلیه امعاء و احشاء، قطع سر، باله‌ها و ...) فیله‌های استحصالی با ترازوی دیجیتالی با دقت یک گرم توزین شدند و در نخستین گام میزان بازدهی فیله و ارتباط آن با افزایش وزن ماهی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. سپس فیله‌های ماهیان با وزن‌های مختلف برای انجام آزمون‌های شیمیایی به‌صورت جداگانه به یخچال با دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد منتقل و نگهداری شدند.

برای اندازه‌گیری رطوبت کل حدود ۱۰ گرم از نمونه گوشت چرخ و هموژن شده ماهی درون پتری‌دیش که از قبل خشک و توزین شده بود، قرار داده شد و پتری‌دیش‌ها در داخل آون با دمای 103 ± 2 درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت قرار گرفت و عمل خشک شدن تا زمانی که تغییر وزن محسوسی در نمونه دیده نشد ادامه یافت. سپس پتری‌دیش‌ها به درون دسیکاتور منتقل شده و پس از سرد شدن مجدداً توزین گردیده و میزان رطوبت با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد (پروانه، ۱۹۹۸).

(رابطه ۱)

وزن اولیه نمونه / $[100 \times (\text{وزن ثانویه نمونه} - \text{وزن اولیه نمونه})]$ = میزان رطوبت (درصد)

اندازه‌گیری چربی کل نیز به روش سوکسله^۱ انجام شد. نمونه‌های خشک شده‌ای که از قبل رطوبت آن‌ها سنجیده شده بود، با دقت در کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ ریخته و با پنبه کوچکی که به حلال اتر آغشته شده بود تمام بقایای ماده خشک و چربی‌های چسبیده به پتری‌دیش جمع‌آوری و پنبه هم درون کاغذ صافی قرار داده شد. کاغذ صافی تا شده و در ظرف مخصوص دستگاه قرار گرفت. تا دو سوم حجم بالن‌ها به‌وسیله پترولیوم اتر پر گردید و استخراج با دستگاه Soxtec (مدل SE416 ساخت شرکت گرهارد آلمان) صورت پذیرفت. آب سرد در تمام مدت حرارت‌دهی بالن‌ها جریان داشت. بالن‌ها در دمای ۶۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت هشت ساعت حرارت داده شدند. پس از این مدت بالن‌ها از دستگاه جدا گردیده و جهت تبخیر باقیمانده حلال درون بالن‌ها، تا رسیدن به وزن ثابت آن‌ها را در آون در درجه حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد گذاشته شد. سپس در دسیکاتور قرار داده شد و پس از سرد شدن وزن ثابت آن به‌طور دقیق تعیین گردید. تفاوت میان وزن اولیه بالن از وزن ثانویه، میزان چربی نمونه را بر حسب درصد نشان داد که از رابطه ۲ محاسبه گردید (پروانه، ۱۹۹۸).

(رابطه ۲)

وزن نمونه (گرم) / $[100 \times (\text{میزان چربی موجود در نمونه (گرم)})]$ = میزان چربی (درصد)

اندازه‌گیری پروتئین به روش کلدال با استفاده از دستگاه Kjeldtherm (مدل vap 40 ساخت شرکت گرهارد آلمان انجام گرفت (جیمز، ۱۹۹۵). مقدار یک گرم از نمونه وزن شده در بالن هضم ریخته شد. سپس ۲۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ و هشت گرم از مخلوط کاتالیزور (۹۶ درصد سولفات سدیم

خشک، سه و نیم درصد سولفات مس و نیم درصد دی اکسید سلنیوم) به آن افزوده گردید و بالن در دستگاه مخصوص هضم کلدال قرار داده شد. سپس با آغاز فرآیند حرارت‌دهی طی دو مرحله ۳۰ دقیقه در دمای ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و ۴۵ دقیقه در دمای ۴۱۰ درجه سانتی‌گراد فرایند هضم صورت پذیرفت و در نهایت مایع بیرنگی در ته بالن باقی ماند. عمل هضم در حدود دو ساعت به طول انجامید. پس از سرد شدن، بالن در دستگاه تقطیر قرار داده شد. در دستگاه تقطیر آب مقطر، محلول اسید بوریک دو درصد و سود ۳۲ درصد هر کدام در مخازن مربوطه ریخته شد. در زیر قسمت کندانسور دستگاه تقطیر، یک ارلن مایر محتوی چند قطره معرف برموکرازول (متیل رد و برموکرازول گرین در متانول) قرار داده شد. شیر آب سرد در طول عمل تقطیر باز بود. دستگاه بطور خودکار ۸۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۸۰ میلی‌لیتر سود ۳۲ درصد به محلول اضافه کرده و بخارات حاصل از تقطیر در ارلن مایر حاوی اسید بوریک و چند قطره معرف وارد گردید. پس از آن ظرف ارلن مایر از زیر دستگاه جدا شد و توسط اسید هیدروکلریک ۰/۱ نرمال تیترو گردید. از ابتدا یک شاهد هم در نظر گرفته شد و کلیه اعمال ذکر شده با شاهد نیز انجام گرفت. از طریق رابطه ۳ میزان نیتروژن نمونه محاسبه شد و در پایان جهت تعیین میزان نیتروژن به پروتئین از ضریب ۶/۲۵ استفاده گردید (AOAC, ۱۹۹۰).

۵۵۰-۵۰۰ درجه سانتی‌گراد منتقل گردید. عمل حرارت دادن به مدت ۶ ساعت ادامه یافت تا رنگ خاکستر کاملاً روشن و سفید گردد. پس از آن بوته به همراه درب آن به دسیکاتور منتقل شد و پس از سرد شدن مجدداً توزین گردید. درصد خاکستر نمونه از رابطه شماره ۴ محاسبه گردید (AOAC, ۱۹۹۰).

(رابطه ۴)

وزن نمونه / [۱۰۰ × (وزن ثانویه بوته - وزن اولیه بوته)] = میزان خاکستر (درصد)

برای رنگ‌سنجی، رنگ نمونه گوشت چرخ و هموژن شده ماهی توسط دستگاه رنگ‌سنج (Lovibond CAM-system, England 500) مورد آنالیز قرار گرفتند. متغیر L^* برای بیان شاخص روشنایی گوشت از ۰ (بعد سیاهی) تا ۱۰۰ (بعد سفیدی)، شاخص a^* برای بیان بعد قرمزی-سبزی ($+a^*$ نشان‌دهنده قرمزتر و $-a^*$ نشان‌دهنده سبزتر) و شاخص b^* برای بیان بعد زرد-آبی ($+b^*$ نشان‌دهنده زردتر و $-b^*$ نشان‌دهنده آبی‌تر) می‌باشد.

برای اندازه‌گیری میزان بازدهی از رابطه ۵ استفاده شد. (رابطه ۵)

$100 * \text{وزن کل ماهی} = \text{میزان بازدهی فیله (درصد)}$

میزان فیله به‌دست آمده

نتایج حاصل با استفاده از آنالیز یک‌طرفه (one-way ANOVA) با کمک نرم‌افزار SPSS16 تجزیه و تحلیل شده و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن^۱ در سطح احتمال ۰/۰۵ = α انجام گرفت.

نتایج

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که تیمارهای اوزان مختلف (۳۰۰، ۵۰۰ و ۷۰۰ گرم) ماهی از لحاظ میزان رطوبت و پروتئین

وزن نمونه (گرم) / $100 \times$ [حجم اسید مصرفی برای شاهد - حجم اسید مصرفی برای نمونه] $1/4007 \times 0/1$ = میزان نیتروژن نمونه (درصد)

$6/25 \times$ درصد نیتروژن = درصد پروتئین

برای اندازه‌گیری خاکستر: بوته چینی به همراه درب آن دقیقاً وزن شد و یک گرم نمونه مورد آزمایش در آن ریخته شد و درون کوره الکتریکی با حرارت

1- Duncan's test

در مقایسه بین میانگین بازده فیله‌های به‌دست آمده در تمام تیمارها بود ($p < 0/05$) بدین صورت که با افزایش وزن ماهیان بازدهی فیله به‌دست آمده از آن‌ها افزایش یافت (شکل ۲). با توجه به نتایج آنالیز جدول تجزیه واریانس مشاهده می‌شود که میزان خاکستر در تیمار ۲ با تیمار ۱ و ۳ اختلاف معناداری وجود دارد، ولی بین تیمار ۱ و تیمار ۳ اختلاف معناداری مشاهده نشد.

اختلاف معنادار را نشان نمی‌دهند ($P > 0/05$) در حالی که میزان چربی و خاکستر در برخی تیمارها دارای اختلاف معنادار بوده است. همچنین نتایج حاصل از آنالیز جدول تجزیه واریانس برای شاخص‌های رنگ‌سنجی (جدول ۲)، عدم وجود اختلاف معنی‌دار در شاخص روشنایی (L) بین تیمارهای ۲ و ۳ را نشان می‌دهد در حالی که بین این دو تیمار با تیمار ۱ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در بررسی سایر پارامترها نتایج حاکی از اختلاف معنادار

جدول ۱- درصد ترکیبات شیمیایی فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان.

تیمار	رطوبت	چربی	خاکستر	پروتئین
۱ (۳۰۰ گرم)	۷۶/۱۷±۰/۲۷۶ ^a	۳/۴۵۵۰۰±۰/۴۳۲۰ ^a	۰/۱۶۶۸±۱/۱۹۱۵ ^b	۱۸/۱۶۲۵±۰/۴۳۷۷ ^a
۲ (۵۰۰ گرم)	۷۵/۶۷±۰/۴۷۳۴ ^a	۳/۹۱۲۵±۰/۲۵۶۱ ^a	۰/۱۱۶۷±۰/۴۳۷۷ ^a	۱۸/۶۶۸۷±۰/۸۰۹۷ ^a
۳ (۷۰۰ گرم)	۷۶/۱۱±۰/۳۳۴۷ ^a	۲/۹۲۵۰±۰/۲۱۷۹ ^b	۱/۲۶۶۰±۰/۰۶۳۲ ^b	۱۷/۷۲۷۶±۱/۳۱۳ ^a

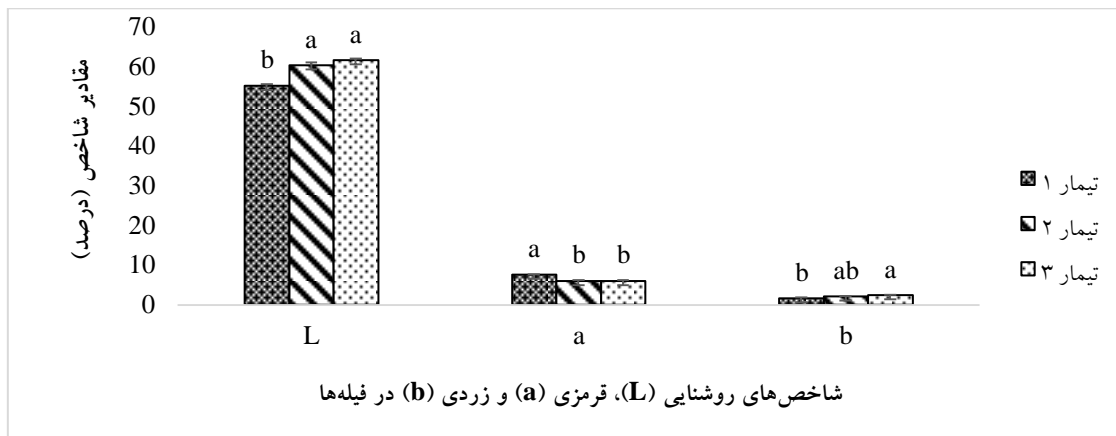
* حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار شاخص‌های مورد سنجش در تیمارها می‌باشد.

همان‌گونه که در جدول تجزیه واریانس شاخص‌های رنگی (جدول ۲) مشاهده می‌شود شاخص قرمزی (a^*) تحت تأثیر اختلاف وزنی تیمارها قرار گرفته است به طوری که تیمار ۱ اختلاف معناداری با دیگر تیمارهای آزمایشی داشته است، ولی بین تیمارهای ۲ و ۳ اختلافی وجود نداشته است ($P > 0/05$). شاخص قرمزی در تیمار ۱ بیشترین

همان‌گونه که در تیمارهای ۲ و ۳ (۵/۹۸) بوده است. شاخص زردی (b) بین تیمارهای مختلف وجود اختلاف معنادار بین تیمار ۳ با تیمار ۱ را نشان می‌دهد در حالی که بین تیمار ۲ با تیمار ۳ و همچنین تیمار ۲ با تیمار ۱ اختلاف معنی‌داری وجود نداشته است. تیمار ۳ با ۲/۳۸ بیشترین و تیمار ۱ با ۱/۶۴ کمترین شاخص زردی را داشتند.

جدول ۲- جدول آنالیز واریانس شاخص‌های روشنایی (L)، قرمزی (a) و زردی (b) در فیله‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان.

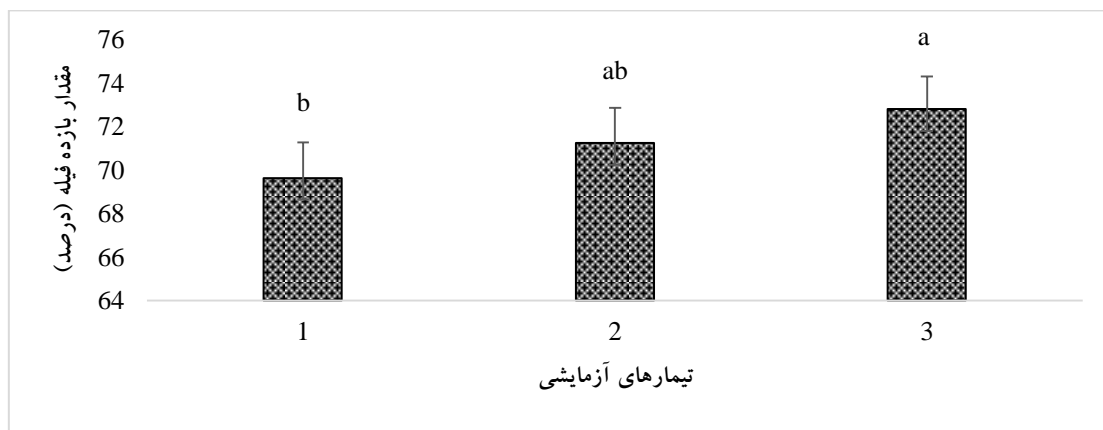
فاکتور	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig
روشنایی (*L)	میان گروه	۲	۱۰۴/۵۳۶	۴۳/۰۴۰	۰/۰۰۰**
	درون گروه	۲۴	۲/۴۲۹		
	کل	۲۶			
قرمزی (*a)	میان گروه	۲	۷/۳۶۳	۲۷/۵۲۶	۰/۰۰۰**
	درون گروه	۲۴	۰/۲۶۷		
	کل	۲۶			
زردی (*b)	میان گروه	۲	۱/۲۵۱	۴/۶۱۱	۰/۰۲۰**
	درون گروه	۲۴	۰/۲۷۱		
	کل	۲۶			



شکل ۲- شاخص‌های روشنایی (L)، قرمزی (a) و زردی (b) در فیله‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان.

۶۹/۶۴±۱/۶۳، ۷۱/۲۴±۱/۶۱ و ۷۲/۸۰±۱/۵۱ نشان می‌دهد.

شکل ۲ نیز بازده فیله ماهی را به‌ترتیب برای تیمارهای ۳۰۰، ۵۰۰ و ۷۰۰ گرم به میزان



شکل ۲- بازده فیله به‌دست آمده از ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان.

شیمیایی بدن ماهی می‌باشد. مهم‌ترین عوامل مؤثر بر ترکیب شیمیایی گوشت ماهی شامل عوامل تغذیه‌ای، ژنتیکی، محیطی و عواملی مانند سن، جنسیت و وضعیت بلوغ جنسی می‌باشند (اسپ، ۲۰۰۸). اگر چه بسیاری از تحقیقات عنوان کرده‌اند که با افزایش اندازه ماهی میزان پروتئین، چربی و خاکستر ماهی افزایش و رطوبت آن کاهش می‌یابد، ولی در برخی موارد عنوان شده است که با افزایش اندازه بدن ماهی تغییری در میزان پروتئین، چربی و خاکستر ماهی رخ نمی‌دهد (ذوالفقاری و همکاران، ۲۰۰۹). در حالی که در تحقیق

بحث و نتیجه‌گیری

عوامل مختلفی کیفیت تغذیه‌ای ماهیان پرورشی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (اسپ، ۲۰۰۸). در این میان اندازه ماهی نیز به‌عنوان یکی از عوامل دخیل شناخته شده است (اسپ، ۲۰۰۸؛ علی و همکاران، ۲۰۰۴؛ نعیم و همکاران، ۲۰۱۱؛ سلام و همکاران، ۲۰۰۱). مطالعه تحقیقات گوناگون در مورد اثر اندازه ماهی بر ترکیب شیمیایی آن نشان از نتایج مختلف در این زمینه می‌دهند که این موضوع تا حد زیادی بیانگر وجود اثر عوامل دیگر در کنار اندازه ماهی بر ترکیب

بدن ماهی تن آلباکور نیز گزارش شده است (راسموسن و همکاران، ۲۰۰۶). ولی در تحقیق حاضر با افزایش اندازه ماهی قزل‌آلا ابتدا میزان چربی افزایش و سپس کاهش یافته است به طوری که تیمار یک و دو دارای اختلاف معنادار با تیمار سه بوده‌اند. فاجمونوا و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعه‌ای بر روی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) انجام شده نیز به این نتیجه رسیده‌اند که با افزایش اندازه این ماهی میزان پروتئین آن کاهش می‌یابد (فاجمونوا و همکاران، ۲۰۰۳). در تحقیق حاضر هر چند تفاوت معناداری بین میزان پروتئین تیمارها مشاهده نشد ولی با افزایش اندازه ماهی از تیمار دو به تیمار سه میزان پروتئین روند نزولی به خود دیده است. احتمالاً کاهش معنادار میزان چربی و کاهش تقریبی پروتئین از تیمار دو به تیمار سه به دلیل تکامل اندام‌های جنسی ماهیان در این وزن بوده است. نتیجه تحقیق هدایتی فرد و همکاران (۱۳۸۵) بر روی ترکیب بیوشیمیایی گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در وزن‌های ۱۰ تا ۲۰۰ گرم و در طول دوران رشد نشان داد که از میزان چربی کاسته و به میزان پروتئین افزوده می‌شود (هدایتی فرد و همکاران، ۲۰۰۶). نتایج تحقیق حاضر با نتایج این تحقیق مشابهت نداشته است هر چند در مطالعه هدایتی فرد و همکاران نیز تغییرات بیوشیمیایی بافت ماهی قزل‌آلا با افزایش اندازه این ماهی مورد بررسی قرار گرفت.

طبق نتایج تحقیقات ریگوست و همکاران (۲۰۰۱) افزایش چربی باعث افزایش شاخص‌های a^* و b^* در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان شده است. در این تحقیق با افزایش وزن ماهیان شاخص L^* و b^* افزایش و شاخص a^* کاهش یافت هر چند تفاوت بین تیمار دو با سه در این شاخص‌ها معنادار نبوده است. احتمالاً افزایش شاخص روشنایی و زردی و کاهش شاخص قرمزی تحت تأثیر ترکیب شیمیایی گوشت ماهی قرار

حاضر میزان چربی در تیمار ۳ کاهش معنی‌داری با تیمار ۱ و ۲ نشان داد ($p < 0/05$). تیمار ۲ با ۳/۹۱ درصد بیشترین و تیمار ۳ با ۲/۹۲ درصد کمترین میزان چربی را داشتند. میزان خاکستر در تیمار ۲ کاهش معنی‌داری را نسبت به تیمار ۱ و ۳ نشان داد ($p < 0/05$) ولی بین تیمار ۱ و تیمار ۳ اختلاف معناداری مشاهده نشد ($P > 0/05$). تیمار ۲ با ۱/۶۸ درصد بیشترین، و تیمار ۱ با ۱/۱۹ درصد کمترین میزان خاکستر را به خود اختصاص دادند. در تحقیق حاضر بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان هر چند رطوبت و پروتئین سایر تیمارها با هم اختلاف معنادار نداشته‌اند ولی تیمار ۲ از لحاظ میزان پروتئین، چربی و خاکستر در بیشترین میزان قرار داشته است و میزان رطوبت کمتری از سایر تیمارها داشته است. در تحقیقی مشابه‌ای که بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام شده نتیجه شده که با افزایش اندازه این ماهی میزان پروتئین، چربی و خاکستر آن افزایش و میزان رطوبت آن کاهش می‌یابد که نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد (شیر، ۱۹۹۴). در حقیقت نتایج به دست آمده از این تحقیق هیچ رابطه خطی را در کاهش یا افزایش میزان پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت در اثر افزایش اندازه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان اثبات نکرده است چرا که با افزایش اندازه ماهی از تیمار ۱ به تیمار ۲ میزان پروتئین، چربی و خاکستر فیله افزایش و از تیمار ۲ به تیمار ۳ این مقادیر کاهش یافتند، همچنین میزان رطوبت از تیمار ۱ به تیمار ۲ کاهش و از تیمار ۲ به تیمار ۳ افزایش یافت، هر چند برخی اختلافات معنادار و برخی معنادار نبوده‌اند. در مطالعه‌ای که بر روی ماهی شانک (*Sparus aurata*) انجام شده است بین اندازه ماهی و میزان چربی این ماهی ارتباط معناداری مشاهده نشد (گریگوراسکیس و همکاران، ۲۰۰۲). عدم رابطه بین اندازه ماهی و محتوای چربی

افزایش می‌یابد. احتمالاً نرخ رشد عضلات ماهی نسبت به ضایعات آن مانند ستون فقرات، سر، باله‌ها و امعا و احشا در طول دوران رشد بیشتر می‌باشد چرا که عضلات به‌عنوان یک اندام ذخیره‌ای محسوب می‌شوند. از طرف دیگر عنوان شده است که بعد از دوران جنینی رشد استخوان‌ها (سر و ستون فقرات) از کل بدن آهسته تر صورت می‌گیرد (علی و همکاران، ۲۰۰۴).

رهیافت ترویجی: یافته‌های تحقیق نشان داد با افزایش وزن بازاری ماهی قزل‌آلا از وزن ۳۰۰ گرم به وزن‌های بالاتر و به‌خصوص تا وزن ۵۰۰ گرم، گوشت این ماهی از لحاظ ارزش تغذیه‌ای و بازدهی فیله در شرایط بهتری قرار می‌گیرد، هر چند وزن‌های بالاتر و پایین‌تر نیز در برخی خصوصیات بارز بوده‌اند اما با توجه به بازارپسندی و تقاضای موجود و از آنجا که در جهان نیز قزل‌آلا در وزن‌های ۲۸۰-۴۰۰ گرم برداشت می‌گردد، می‌توان پیشنهاد نمود که در کشور، وزن بازاری بالاتری از قزل‌آلا نسبت به گذشته به لحاظ ارزش تغذیه‌ای و بازدهی فیله، تولید و عرضه گردد. اگر چه ممنوعیت و کمبود تخم چشم زده وارداتی در ابتدای سال گذشته در افزایش انگیزه پرورش‌دهندگان به تولید ماهی قزل‌آلای با وزن بالاتر به‌منظور منافع اقتصادی در تغییرات روند بازار این ماهی نسبت به گذشته بی‌تأثیر نبوده، اما در کنار توجه به سهم بازار و تمایلی که اقشار کم درآمد و همچنین مصرف‌کنندگان سازمانی در خرید ماهیان با اندازه کوچک‌تر و سایز بشقابی دارند، امروزه گرایش مشهودی نسبت به قزل‌آلای درشت‌تر در کشور بچشم می‌خورد. بنابراین بررسی اقتصادی و بازاریابی با هدف رفتارشناسی مصرف‌کنندگان خانگی از باب سلاقی مصرفی و گرایش آنان نیز به‌عنوان تحقیقی مکمل بسیار ضروری به‌نظر می‌رسد.

گرفته است و با توجه به نتایج تحقیقات استروباکن و همکاران (۲۰۰۴) در این آزمایش نیز افزایش معنادار چربی از تیمار یک به تیمار دو باعث افزایش شاخص b^* شده است ولی بر خلاف نتایج استروباکن و همکاران (۲۰۰۴) شاخص a^* کاهش یافت، همچنین کاهش میزان چربی از تیمار دو به تیمار سه و عدم تفاوت معنادار در شاخص‌های رنگی احتمالاً نشان‌دهنده دخالت عوامل مؤثر دیگر بجز چربی در ترکیب رنگی فیله‌ها بوده است. می‌توان اظهار داشت افزایش چربی در گوشت ماهی با احتمال بیشتری باعث افزایش شاخص‌های L^* و b^* نسبت به شاخص a^* می‌شود چراکه با توجه به ماهیت زرد رنگ بودن چربی افزایش این شاخص‌ها منطقی به‌نظر می‌رسد، همچنین روشن بودن بیشتر ناحیه شکمی گوشت ماهی قزل‌آلا نسبت به ناحیه پشتی آن و با توجه به این‌که ثابت شده است که در ناحیه شکمی چربی بیشتری ذخیره می‌شود با احتمال بیشتری می‌توان نتیجه گرفت که افزایش چربی باعث افزایش شاخص‌های L^* و b^* می‌شود ولی نباید نقش عوامل دیگر را نادیده گرفت. افزایش شاخص‌های L^* و b^* و همزمان کاهش شاخص a^* دور از ذهن نمی‌باشد، زیرا که افزایش شاخص‌های روشنایی و زردی به‌طور طبیعی با کاهش شاخص قرمزی و بالعکس همراه می‌باشند.

بازدهی فیله نیز به عوامل مختلفی از جمله گونه، جنسیت، اندازه، شرایط تغذیه‌ای و به‌طور کلی به ساختار آناتومی ماهی بستگی دارد (ذوالفقاری و همکاران، ۲۰۰۹). در تحقیقاتی که ذوالفقاری و همکاران (۲۰۱۱، ۲۰۱۰، ۲۰۰۹) بر روی ماهی کپور معمولی، فیتوفاگ و بیگ هد انجام دادند و همچنین تحقیق علی و همکاران (۲۰۰۴) که بر روی ماهی *Labeorohita* به انجام رسید ثابت شد که با افزایش اندازه ماهی بازدهی فیله به مانند تحقیق حاضر

- Czech Journal of Animal Sciences. 48(2): 85-92.
9. Grigiraskis, K., Alexis, M.N., Talor, K.D.A., and Hole, M. 2002. Comparison of wild cultured gilthead sea bream (*Sparusaurata*): composition, appearance seasonal variations. Journal of Food Science and Technology, 37: 477-484.
 10. Hedayatifard, M., Golamipour, S., and Jamali, Z. 2006. Status of Biochemical changes in Rainbow trout (*Oncorhynchusmykiss*) tissue during growth. Sixteenth National Congress of Iranian Food Industries. 1-2p.
 11. James, C.S. 1995. Analytical chemistry of foods. Blackie academic and Professional Press, 90-92p.
 12. Kiessling, Anders, J., Pickova, J., Eales, G., Dosanjh, B., and Higgs, D. 2005. "Age, Ration Level, and Exercise Affect the Fatty Acid Profile of Chinook Salmon (*OncorhynchusTshawytscha*) Muscle Differently." Aquaculture 243, no. 1: 345-356.
 13. Lenas, D., Chatziantoniou, S., Nathanailides, C., and Triantafillou, D. 2011. Comparison of wild and farmed sea bass (*Dicentrarchuslabrax L*) lipid quality. Procedia Food Science., 1: 1139-1145.
 14. Naem, M., Salam, A., Baby, R., Ishtiaq, A., and Akhtar Rasool, S. 2011. "Study of Body Composition of Female Population of Farmed *OreochromisMossambicus* in Relation to Body Size and Condition Factor from Pakistan." In International Conference on Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics (ICBBB), vol: 5, 26-28.
 15. Parvaneh, V. 1998. Quality control and Food Chemical Test Tehran university Pub, Pp: 332.
 16. Rasmussen, R.S., Morrissey, M.T., and Carroll, S. 2006. Effect of Seasonality, Location, Size on Lipid Content in North Pacific Troll-Caught Albacore Tuna (*Thunnusalalunga*). Journal of Aquatic Food Product Technology, 15: 73-86.
 17. Regost, C., Jakobsen, J.V., and Rørå, A.M.B. 2004. "Flesh quality of raw and

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کلیه زحمات کارشناسان و حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

منابع

1. Adeli, A. 2014. Analysis of the rainbow trout, *Oncorhynchusmykiss* market in the world and Iran. Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch., 8(2): 81-89.
2. Adeli, A., and Baghaei, F. 2013. Production and Supply of Rainbow Trout in Iran and the World, World Journal of Fish and Marine Sciences., 5(3): 335-341.
3. Adeli, A., and Shabanpour, B. 2007. Study on Tehran citizens behavior change in consumption of the aquatic products. Iranian Scientific Fisheries Journal, 16(2): 117-126.
4. Ali, M., Salam, A., Goher, S., Tassaduqe, K., and Latif, M. 2004. "Studies on Fillet Composition of Fresh Water Farmed *LabeoRohitain* Relation to Body Size, Collected from Government Fish Seed Hatchery MianChannu Pakistan." Journal of Biological Sciences 4, n1: 40-46.
5. Alinejhad, S., and Falahatckare, B. 2003. Determination of quantity fillet obtain from Dolphin fish (*Conyphaenahippurus*) in coastal area of Oman sea water. Pajouhesh and Sazandegi. 62: 76-81.
6. AOAC. 1990. Official methods of analysis (14 thed). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
7. Espe, M. 2008. "Understanding Factors Affecting Flesh Quality in Farmed Fish." Improving farmed fish quality and safety: 241-264.
8. Fajmonova, E.: Zelenka, J.: Komprda, T.: Kladroba, D., and Sarmanova, I. 2003. Effect of sex, growth intensity and heat treatment on fatty acid composition of common carp (*Cyprinuscarpio*) filets.

- the European experience. *Aquaculture*, 100: 11-24.
22. Zolfaghari, M., Shabanpour, B., Shabani, A., and Ghorbani, R. 2009. Fillet yield determination and nutritional labeling of bighead (*Hypophthalmichthys nobilis*) products. 1(2): 19-36.
23. Zolfaghari, M., Shabanpour, B., Shabani, A., and Ghorbani, R. 2010. Relationship between biochemical composition and fillet yield with size of wild Common carp (*Cyprinus carpio*) in Caspian Sea. *Iranian Journal of Natural Resources*, 63(2): 71-84.
24. Zolfaghari, M., Shabanpour, B., Shabani, A., and Ghorbani, R. 2011. Determination of chemical composition and fillet yield of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) for grading and nutritional labeling of its product: Based on regression equations. *J. Food Science and Technology*, 8(31): 1-10
- smoked fillets of Atlantic salmon as influenced by dietary oil sources and frozen storage." *Food research international*, 37(3): 259-271.
18. Salam, A., Ali, M., and Anas, M. "Body composition of *Oreochromis niloticus* in relation to body size and condition factor," *Pakistan J.R. Sci.*, 12: 19-23.
19. Shearer, Karl D. 1994. "Factors Affecting the Proximate Composition of Cultured Fishes with Emphasis on Salmonids." *Aquaculture*, 119(1): 63-88.
20. Storebakken, T., Sørensen, M., Bjerkeng, B., and Hiu, S. 2004. Utilization of astaxanthin from red yeast, *Xanthophyllomyces dendrorhous*, in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*: effects of enzymatic cell wall disruption and feed extrusion temperature. *Aquaculture* (236): 391-403.
21. Show, S., and Gabbott, M. 1992. The development of trout markets and marketing with particular reference to