فصلنامه علمی پژوهشی دورهٔ ۲، شمارهٔ ٤، زمستان ۱۳۹۲، صفحه ۳٤– ۲۳

ارزیابی بازده تولید، زائدات و ارزش تغذیه‌ای فراورده‌های مختلف طی فراوری ماهی قزل‌آلای رنگین کمان

مهدی عبدالهی[۱*]، مسعود رضایی[۲]، الیکا جعفری[۳]، الناز غفاری[۳] و ساحل سلطان کریمی[٤]

۱ـ دانشجوی دکتری، گروه فراوری آبزیان، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

۲ـ استاد، گروه فراوری آبزیان، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

۳ـ دانشجوی کارشناسی، گروه شیلات، مجتمع آموزش عالی علامه محدث نوری، نور

٤ـ دانشجوی دکتری، گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

دریافت: ۱۳۹۲/۷/۱۱ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۱۱

*نویسنده مسئول مقاله: abdollahi.mkh@gmail.com

چکیده:

بازده تولید محصولات مختلف، میزان فراورده های جانبی و ارزش تغذیه‌ای آن‌ها و نیز روابط بین وزن عرضه ماهی به بازار و بازده محصول در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که پس از ماهی کامل، حداکثر بازده در ماهی تخلیه شکمی شده و به‌میزان ۳/٤۳±۸۷/٥٦ درصد بود که در خصوص فیله با پوست و بدون پوست به‌ترتیب به ۳/۲۱±٥٦/٦۹ درصد و ۲/۳۷±٤٥/۳٦ کاهش یافت. بیش‌ترین میزان فراورده‌های جانبی مربوط به سر و امعا و احشا بود که به‌ترتیب ۱٥/٥۲درصد و ۱۲/٦۲درصد از وزن بدن ماهی را تشکیل می‌دادند. همبستگی مثبت و معناداری ($p<۰/۰۱$) بین وزن ماهی کامل و بازده محصول سرزده و تخلیه شکمی شده مشاهده شد و با افزایش وزن ماهی کامل در زمان عرضه به بازار، بازده محصول سر زده و تخلیه شکمی شده بیش‌تر خواهد بود. در میان فراورده‌های جانبی، امعاواحشا و سر بیش‌ترین میزان چربی (به‌ترتیب ۱۷/٤۳ و ۱۳/۰۱درصد وزن تر) را داشتند که می‌توانند منابع مناسبی برای استخراج چربی باشند، اما بیش‌ترین میزان پروتئین در پوست (۲٤/۱۱درصد وزن تر) مشاهده شد. مقادیر قابل ملاحظه‌ای از اسیدهای چرب مفید و سلامتی بخش چند غیراشباع ω_3 در ترکیب اسیدهای چرب امعاواحشا و سر به‌دست آمد. همچنین امعاواحشا و استخوان به‌عنوان منابع غنی از ریزمغذی آهن شناسایی شدند.

کلید واژگان: ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، بازده تولید، فراورده‌های جانبی، ارزش تغذیه‌ای

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.4.4.4]

مقدمه:

قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گونه‌های پرورشی آب شیرین در جهان و ایران به‌حساب می‌آید. پرورش این گونه در سال ۱۸۸۰ در آمریکای شمالی آغاز شد و تولید جهانی این گونه در سال ۲۰۱۱ به بیش از ۰/۷ میلیون تن رسیده است و هم اکنون سومین گونه پرتولید مهاجر پرورشی جهان به‌حساب می‌آید (FAO, 2012). همچنین این گونه در سال ۱۳٤۰ به‌عنوان یک گونه پرورشی وارد ایران شد و به‌سرعت تولید آن در منابع آب شیرین ایران افزایش یافت، به گونه‌ای که به مهم‌ترین گونه پرورشی سردآبی در ایران تبدیل شده و تولید آن در سال ۱۳۹۰ به بیش از ۱۰۰ هزار تن افزایش یافت (Iran Annual Fisheries Staistics, 2011). در حال حاضر محصولات مختلفی از این گونه شامل ماهی زنده، کامل، تخلیه شکمی شده و فیله به شکل تازه و منجمد و نیز دودی و پوشش‌دار در سرتاسر جهان عرضه می‌شود. این در حالی است که این گونه در کشور ما تا کنون بیش‌تر به شکل زنده، ماهی کامل و تازه عرضه می‌شود. افزایش تولید این گونه در کشور و نیز نیاز و تمایل جامعه به محصولات متنوع، با کیفیت و سهولت مصرف (Mosavi Dehmordi, 2013)، سبب افزایش توجه به فراوری این گونه در کشور شده است. فراوری صنعتی این گونه نیازمند اطلاعات دقیق پیرامون بازده تولید محصولات مختلف و ارتباط بازده تولید با وزن عرضه است تا بتوان به‌طور مناسبی برای فراوری و عرضه محصولات مختلف برنامه‌ریزی کرد.

از سوی دیگر، اگرچه مجموع تولیدهای آبزیان در جهان به ۱٥٤ میلیون تن رسیده است، اما تولید از طریق صید روند ثابت و یا حتی نزولی را طی سال‌های اخیر تجربه می‌کند. این در حالی است که از مجموع تولید جهانی حدود ۳۰ درصد به‌طور مستقیم به‌عنوان صید ضمنی بوده و از دسترس خارج می‌شود (FAO, 2012). از مجموع ۱۳۰ میلیون تنی که به‌عنوان محصول قابل مصرف به جمعیت ۷ میلیاردی جهان عرضه می‌شود، بیش از ۵۰درصد آن طی فراوری به‌صورت محصولات جانبی از دسترس خارج می‌شود، به گونه‌ای که طی فراوری برخی از گونه‌های سخت‌پوستان مانند کریل تا ۹۰ درصد و طی تولید فیله ماهی می‌تواند تا ۷۰ درصد پسماند یا فراورده‌های جانبی تولید گردد (Torres, 2007). با توجه به کاهش ذخایر آبزیان در جهان و افزایش هزینه‌های تولید از یک سو و نیز توسعه آبزی‌پروری و نیاز آن به آرد و روغن ماهی روز به‌روز بر توجهات به ضایعات و فراورده‌های جانبی صنعت فراوری آبزیان افزوده می‌شود (Shahidi, 1994).

این ضایعات که طی فراوری و فیله کردن ماهی بیش‌تر شامل سر، امعاواحشا، پوست، استخوان و خرده گوشت است، منابعی ارزشمند برای تولید محصولات ارزش افزوده و استخراج ریزمغذی‌هاست (Torres, 2007). این ضایعات می‌تواند منبع اسیدهای چرب چند غیراشباع، آنزیم‌ها، ژلاتین، کلسیم و سایر ترکیبات پروتئینی و پپتیدی باشد (Kim and Mendis, 2006). از سوی دیگر ضایعات منابع حاصل از آبزی‌پروری به‌دلیل تازگی بیش‌تر و نیز قابلیت بیش‌تربرای مدیریت و نگهداری با کیفیت بالاتر، از اولویت ویژه‌ای برای بهره‌برداری برخوردار است (Rustad, 2007). اما برای بهره‌برداری سودآور از این منابع نخست باید مقادیر دقیق در دسترس هریک از این ضایعات برای برنامه‌ریزی در راستای نگهداری و نیز استفاده از آن‌ها صورت گیرد. همچنین مقادیر ترکیبات مغذی و ارزش

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.4.4.4]

تغذیه این منابع نیز از اهمیت ویژه‌ای برای اولویت‌بندی این منابع برای استخراج ترکیبی خاص برخوردار است. اگرچه تحقیقاتی پیش از این به مطالعه تغییرات گونه‌ای (Falch et al., 2006a)، فصلی (Falch et al., 2006b) و جغرافیایی (Falch et al., 2006b) میزان ضایعات و ترکیب آن‌ها در برخی گونه‌های روغن ماهیان به‌عنوان منابع صید دریایی پرداخته‌اند، اما تاکنون مطالعه‌ای در زمینه ماهیان پرورشی و به‌ویژه گونه پرتولید قزل‌آلا صورت نگرفته است.

بنابراین تحقیق حاضر برای ارزیابی بازده تولید محصولات مختلف، ارزیابی میزان زائدات مختلف، ارزش تغذیه‌ای این زائدات و در نهایت ارتباط بین وزن عرضه و بازده تولید در ماهی قزل‌آلا رنگین کمان صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه و فراوری ماهی

تعداد ۱۵ عدد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان تازه (صید روز) از بازار ماهی شهرستان نور خریداری و در کوتاه‌ترین زمان ممکن و در مجاورت یخ به آزمایشگاه منتقل گردید. ماهیان تا زمان فراوری، منجمد و در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس ماهیان در محیط آزمایشگاه رفع انجماد و پس از توزین و سنجش طول، اقدام به تخلیه شکمی و سر زنی آن‌ها شد. طی این فرایند محصولات مختلف شامل ماهی تخلیه شکمی شده، ماهی تخلیه شکمی و سرزنی شده، فیله با پوست و بدون پوست به‌صورت دستی تهیه و توزین گردید.

همچنین محصولات جانبی مختلف شامل سر، امعاواحشا، استخوان، پوست و خرده‌های گوشت نیز جداسازی و توزین شد و برای سنجش ترکیبات مغذی نگهداری شد.

سنجش میزان پروتئین و چربی

پروتئین نمونه‌ها به روش کلدال، با ضریب تبدیل ٦/٢٥ محاسبه شد (AOAC, 2005). مقدار چربی به کمک سوکسله ماشینی و با حلال کلروفورم محاسبه گردید (AOAC, 2005).

سنجش ترکیب اسیدهای چرب

استخراج چربی مطابق روش Folch و همکاران (۱۹۵۷) با اندکی تغییرات صورت گرفت. به این منظور، مقدار ۳ گرم نمونه به درون بالن ژوژه انتقال یافت، سپس ۵ میلی‌لیتر متانول به نمونه اضافه شد. دکانتور به مدت ۱ دقیقه به شدت تکان داده شد. سپس ۱۰ میلی‌لیتر محلول کلروفرم به آن اضافه گردید و دوباره به مدت ۱ دقیقه به‌شدت تکان داده شد. سپس نمونه‌ها به مدت ٢٤ ساعت در یک مکان ساکن و تاریک قرار داده شد. در مرحله بعد به آن ۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شده و سپس نمونه‌ها به مدت ۲ تا ۳ ساعت در یک مکان آرام گذاشته شد تا ۳ مرحله مجزا تشکیل شود. در ادامه محتوای بالن ژوژه به دکانتور انتقال یافت و فاز چربی و حلال که در قسمت زیرین دکانتور قرار گرفته بود، به یک ظرف شیشه‌ای منتقل شد. برای جداسازی چربی از حلال، ظرف‌هایی شیشه‌ای که محتوای چربی و حلال بودند در حمام آب قرار گرفت و گاز ازت به درون لوله‌ها وارد شد. به این ترتیب پس از چند دقیقه حلال تبخیر و از ظرف خارج گردید و در نهایت چربی باقی ماند (Folch *et al*., 1957). برای استری کردن چربی ۵ میلی‌لیتر سود متانولی ۲ درصد (۲ گرم NaOH در ۱۰۰ گرم متانول) به آن اضافه شد. سپس درب ظرف بسته و به‌شدت تکان داده شد و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. ۲/۲ میلی‌لیتر محلول BF3 (تری‌بورفلوراید) به ترکیبات فوق اضافه شد

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.4.4.4]

و به‌مدت ۲-۳ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. به مواد حاصل ۱ میلی‌لیتر هگزان نرمال اضافه شد و پس از تکان دادن مواد، به آن ۱ میلی‌لیتر محلول نمک اشباع (۳۰۰ گرم NaCl در ۱ لیتر آب مقطر) اضافه گردید. محلول به‌دست آمده به‌شدت تکان داده شد و در جایی ساکن، مستقر گردید. پس از پدیداری دو فاز جداگانه، فاز بالایی به دقت جدا گردید (AOAC, 2005).

برای بررسی و شناسایی اسیدهای چرب موجود در نمونه از دستگاه گاز کروماتوگراف VARIAN (GC) (مدل CP3800 Walnut Creek) استفاده گردید. دمای آشکارساز و محل تزریق به‌ترتیب روی ۲۸۰ و ۲٤۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. ۰/۲ میکرولیتر از نمونه استری با استفاده از سرنگ ۱ میکرولیتری به دستگاه گاز کروماتوگراف تزریق شد. دمای اولیه ستون روی ۱٦۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد و پس از مدت ۵ دقیقه، دمای ستون با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به دمای ۱۸۰ درجه رسید، بعد از ۱۰ دقیقه دما در این درجه باقی مانده و پس از آن با سرعت ۱ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به دمای ۲۰۰ درجه رسید. پس از یک دقیقه با سرعت ۳۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه تا دمای ۲۳۰ افزایش یافت. در انتها ستون به مدت ۵ دقیقه در دمای ۲۳۰ باقی ماند تا تمام ترکیبات از آن خارج شود. در این روش از گاز هلیم (با خلوص ۹۹/۹۹۹۹ درصد) به‌عنوان گاز حامل و گاز هیدروژن به‌عنوان سوخت، ازت (با خلوص ۹۹/۹۹۹۹ درصد) به‌عنوان گاز کمکی و هوای خشک استفاده شد. از مقایسه زمان بازداری کروماتوگرام‌های نمونه مجهول با کروماتوگرام‌های به‌دست آمده در محلول استاندارد اسیدهای چرب متیل استر، اسیدهای چرب موجود روغن ماهی شناسایی و نتایج به‌صورت درصد سطح زیر پیک از کل بیان شد.

سنجش میزان ریزمغذی آهن

بافت عضله ماهی به‌وسیله فریز درایر خشک شده و پس از خشک شدن به‌وسیله آسیاب برقی کاملاً نرم و همگن شدند. برای هضم اسیدی به‌طور جداگانه از هر بافت پودر شده ۱ گرم را با ۱۰ میلی‌لیتر مخلوط اسید نیتریک در داخل لوله‌های پلی‌اتیلینی ریخته شدند و یک ساعت در دمای ٤۰ درجه سانتی‌گراد و سه ساعت دردمای ۱٤۰ درجه سانتی‌گراد برای آنکه هضم کامل انجام شود در داخل ترموراکتور گرما داده شدند. پس از هضم اسیدی نمونه‌ها از صافی گذرانده و سپس با آب دیونایز به حجم ۲۵ میلی-لیتر رسانده شدند. در نهایت پس از آماده‌سازی نمونه‌ها، عنصر آهن با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله شیمادزو مدل (67OG) قرائت شد (Doraghi et al., 2009).

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱٦ انجام شد.ابتدا بررسی طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک (Shapirowilk) و سپس همگنی واریانس داده‌ها با آزمون لون (Leven) انجام گردید. نتایج این آزمون‌ها برای آنالیز آماری داده‌های مربوط به تیمارهای آزمایش استفاده شد. برای مقایسه گروه‌ها از تجزیه واریانس یکطرفه در قالب آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. همچنین برای بررسی ارتباط بین وزن عرضه و بازده تولید و سایر فراورده‌ها از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد.

نتایج

میانگین وزن و بازده تولید محصولات مختلف قابل تهیه از ماهی قزل‌آلا در جدول ۱ نشان داده شده است. مطابق نتایج ارائه شده، ماهیان استفاده شده در تحقیق حاضر دارای میانگین وزن ٤۸۰/۵۰ گرم و طول ۳٤/۱۱ سانتی‌متر

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.4.4.4]

بودند و کوچک‌ترین ماهی استفاده شده با وزن ۳۰۲/۲ گرم و بزرگ‌ترین ماهی ۶۳۰ گرم بود. میانگین وزن فیله قابل تهیه با پوست از ماهی قزل‌آلا ۲۵۷/۹۸ گرم به‌دست آمد و بازده محصول با حذف بخش‌های مختلف بدن به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. صرف‌نظر از ماهی کامل، حداکثر بازده در ماهی تخلیه شکمی شده و به‌میزان ۸۷/۵۶ درصد بود که دربارهٔ فیله با پوست و بدون پوست به‌ترتیب به ۵۶/۶۹ درصد و ۴۵/۳۶ کاهش یافت.

جدول ۱ مقایسه وزن و بازده تولید محصولات مختلف طی فراوری ماهی قزل‌آلای رنگین کمان

		طول (cm)	ماهی کامل	ماهی تخلیه شکمی شده	ماهی سرزنی و تخلیه شکمی شده	فیله با پوست	فیله بدون پوست
وزن (گرم)	میانگین	۳۴/۱۱±۲/۸۸	۴۸۰/۵۰±۱۲۹/۵۰^{a}	۴۲۲/۰۸±۱۱۹/۸۱^{b}	۳۵۱/۵۰±۱۰۷/۱۲^{c}	۲۵۷/۹۸±۷۰/۸۶^{d}	۲۱۶/۸۶±۶۲/۰۵^{e}
	بیشنه	۳۸/۲	۶۳۰	۵۹۳	۵۰۹/۴۴	۳۴۲	۲۹۴/۵
	کمینه	۲۹/۵	۳۰۲/۲	۲۴۴/۷	۱۹۵/۷۵	۱۴۶/۱	۱۱۸/۷
بازده (درصد)	میانگین	–	۱۰۰^{a}	۸۷/۵۶±۳/۴۳^{b}	۷۲/۶۶±۴/۱۲^{c}	۵۶/۶۹±۳/۲۱^{d}	۴۵/۳۶±۲/۳۷^{e}
	بیشنه	–	۱۰۰	۹۴/۹۵	۸۱/۵۷	۵۹/۳۰	۴۹/۰۱
	کمینه	–	۱۰۰	۸۰/۹۷	۶۴/۷۷	۴۸/۳۴	۴۱/۲۷

$^{a-e}$: حروف متفاوت انگلیسی در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنادار ($p<0/05$) است.

نتایج مربوط به میانگین وزن و درصد فراورده‌های جانبی (زائدات) مختلف طی فراوری ماهی قزل‌آلا در جدول ۲ آورده شده است. در بین فراورده‌های جانبی مختلف، سر بیش‌ترین میانگین وزن (۱۴/۹۰±۷۰/۵۸ گرم) را داشت و ۱۵/۵۲درصد از وزن بدن ماهی را تشکیل می‌دهد. پس از آن امعاواحشا و استخوان پشتی به‌ترتیب با ۱۲/۶۲درصد و ۱۰/۷۸درصد بیش‌ترین مقادیر را در میان ضایعات نسبت به وزن بدن دارا بودند. همچنین پوست (۸/۱۰درصد وزن بدن) و خرده‌های گوشت (۷/۶۵ درصد وزن بدن) اگرچه مقادیر قابل ملاحظه‌ای داشتند، اما نسبت به ضایعات دیگر از درصد کم‌تری برخوردار بودند.

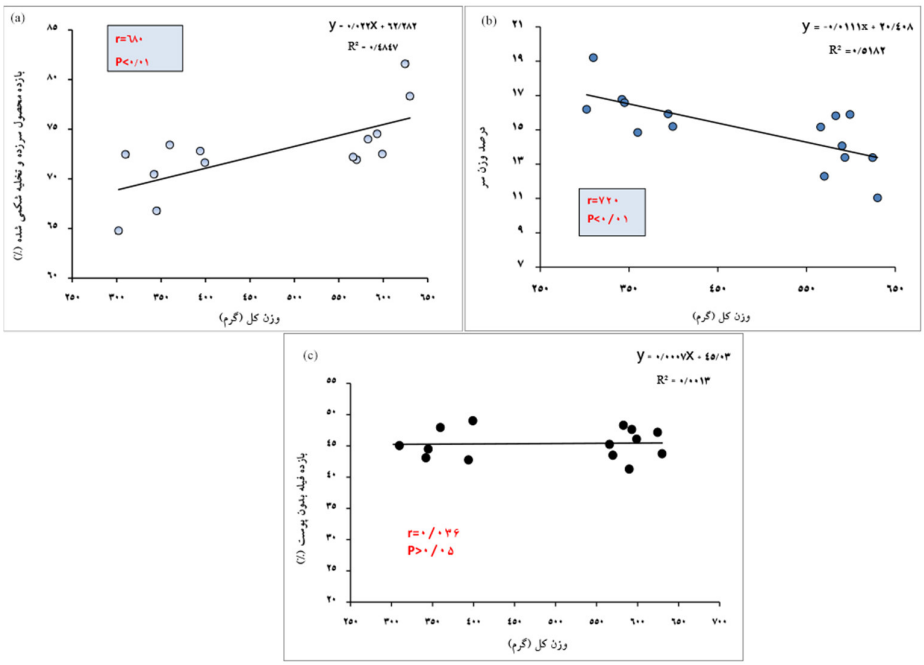
جدول ۲ مقایسه وزن و درصد فراورده‌های جانبی (پسماند) مختلف طی فراوری ماهی قزل‌آلا رنگین کمان

		سر	امعاواحشا	استخوان پشتی	پوست	خرده گوشت
وزن (گرم)	میانگین	۷۰/۵۸±۱۴/۹۰^{a}	۵۹/۸۸±۱۶/۷۸^{ab}	۵۰/۶۴±۱۱/۷۲^{b}	۳۸/۸۵±۱۱/۸۸^{c}	۳۸/۶۲±۱۸/۲۰^{c}
	بیشنه	۹۵/۲۲	۸۹/۵۵۵	۷۰/۹۴	۶۳/۵۴	۶۴/۱۹
	کمینه	۴۸/۹۵	۲۶/۱۸	۳۷/۰۴	۲۳/۵۰	۱۳/۶۲
بازده (درصد)	میانگین	۱۵/۵۲±۲/۰۰^{a}	۱۲/۶۲±۲/۶۱^{b}	۱۰/۷۸±۲/۳۷^{c}	۸/۱۰±۱/۱۰^{d}	۷/۶۵±۲/۱۳^{d}
	بیشنه	۱۹/۲۰	۱۸/۹۰	۱۴/۰۴	۱۰/۰۸	۱۰/۸۷
	کمینه	۱۱/۰۳	۸/۴۵	۷/۷۱	۶/۴۹	۳/۹۴

$^{a-e}$: حروف متفاوت انگلیسی در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنادار ($p<0/05$) است

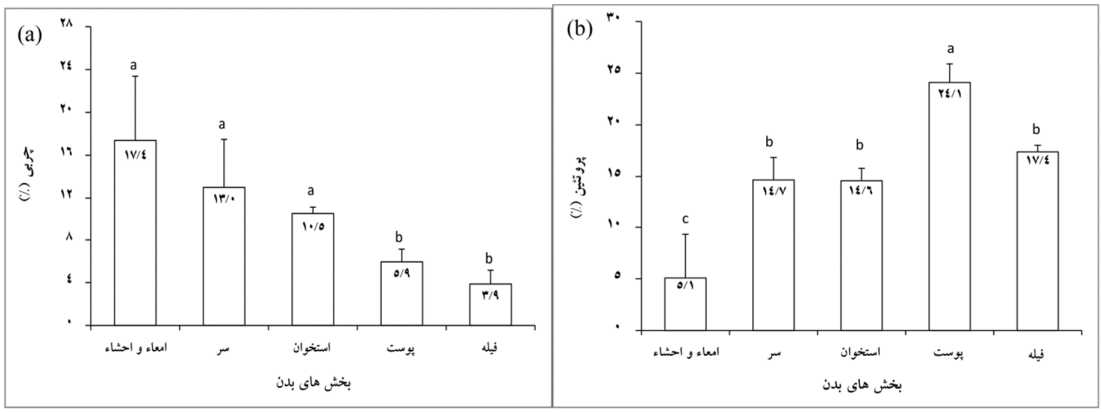
[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.4.4.4]



شکل ۱ ارتباط میان وزن عرضه ماهی و بازده محصول و ضایعات در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان.

برخی روابط میان بازده محصول و فراورده‌های جانبی به‌عنوان نمونه به‌صورت خط و معادله رگرسیونی ساده و نیز همبستگی پیرسون در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که همبستگی مثبت و معناداری (r=۶۸۰ و p<۰/۰۱) بین وزن ماهی کامل و بازده محصول سرزده و تخلیه شکمی شده وجود دارد (شکل 1a). یعنی با افزایش وزن ماهی کامل در زمان عرضه به بازار بازده محصول سر زده وتخلیه شکمی شده بیش‌تر خواهد بود. همبستگی معکوس معناداری بین وزن ماهی و درصد وزن سر (r=۷۲۰ و p<۰/۰۱) مشاهده شد که می‌تواند افزایش بازده محصول سرزده و تخلیه شکمی شده را با افزایش وزن ماهی نیز توجیه کند. اما هیچ ارتباطی بین وزن عرضه ماهی و بازده فیله ماهی یافت نشد (شکل 1c).



شکل ۲ مقایسه مقادیر درصد چربی (a) و پروتئین (b) در فراورده‌های جانبی مختلف و فیله ماهی قزل‌آلا

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

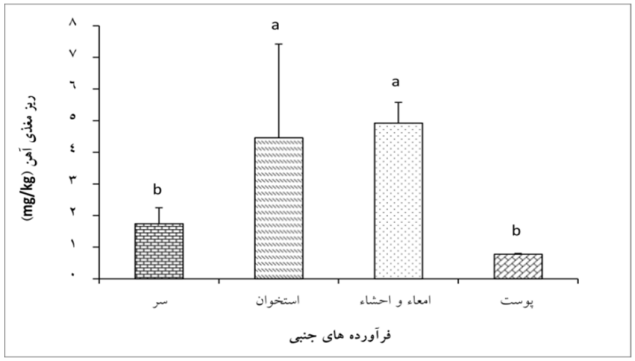
[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.4.4.4]

مقادیر چربی و پروتئین موجود در زائدات اصلی طی فراوری ماهی قزل‌آلا شامل سر، امعا و احشا، استخوان و پوست و عضله (فیله) برحسب درصد وزن تر در شکل ۲ گزارش و با یکدیگر مقایسه شده است. همان‌طور که در شکل 2a مشاهده می‌شود، امعاواحشا با بیش‌ترین میزان (۱۷/٤ درصد) چربی و و فیله دارای کم‌ترین مقدار (۳/۹درصد) بود. اختلاف معناداری بین مقادیر چربی در امعاواحشا، سر و استخوان پشتی دیده نشد، اما مقدار آن به‌طورمعناداری بیش‌تر از مقدار چربی پوست و عضله بود ($p<۰/۰۵$). مقدار پروتئین در پوست (۲٤/۱درصد) به‌طور معناداری بیش‌تر از سایر بخش‌ها بود ($p<۰/۰۵$)، اما اختلاف معناداری بین مقدار پروتئین در سر، استخوان پشتی و فیله مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). کم‌ترین میزان پروتئین در امعاواحشا (۵/۱درصد) بود که به‌طور معناداری کم‌تر از سایر بخش‌ها بود (شکل b۲).

جدول ۳ مقایسه ترکیب اسیدهای چرب (درصد) در امعاواحشا، سر و عضله ماهی قزل‌آلای رنگین کمان

	اسیدهای چرب اشباع	اسیدهای چرب غیراشباع	اشباع/غیراشباع	$\omega_{۳}$	$\omega_{٦}$	$\omega_{۳}/\omega_{٦}$
امعاواحشا	۲۳/۱٤±۰/٤۲	۷٦/۸۵±۰/۳۹	۰/۳۰	٤/۵۱±۱/۳۹	٤/٤۹±۰/٦۲	۱/۰۰
سر	۲۲/۸۳±۰/۵۸	۷۷/۲۱±۰/٦۱	۰/۲۹	٤/۳٦±۱/۵۱	٤/٤۸±۰/۵۸	۰/۹۷
فیله	۲۲/۱۸±۰/۷۰	۷۷/۸۱±۰/۳۷	۰/۲۸	۵/٤۵±۱/۸۱	۷/۳۱±۱/۰۰	۰/۷٤

تغییرات در میزان درصد اسیدهای چرب اشباع، غیراشباع، امگا-۳ و امگا-٦ و نسبت‌های آن‌ها در منبع اصلی چربی شناسایی شده در مرحله پیشین در جدول ۳ مشاهده می‌شود. اسیدهای چرب چند غیراشباع در هر سه بخش بیش‌ترین میزان را دارا بود و تفاوت قابل ملاحظه‌ای در سه فراورده بررسی شده از نظر مقادیر اسیدهای چرب غیراشباع و اشباع مشاهده نشد. میزان اسیدهای چرب غیر اشباع در امعاواحشا و سر به‌ترتیب ۷٦ و ۷۷ درصد ترکیب اسیدهای چرب موجود در روغن آن‌ها بود که آن‌ها را به‌عنوان منابع غنی از این اسیدها معرفی می‌کند. نسبت $\omega_{٦}$ $\omega_{۳}$ نیز در امعاواحشا و سر به‌ترتیب ۱/۰۰ و ۰/۹۷ بود.



شکل ۳ مقایسه مقادیر ریزمغذی آهن در محصولات جانبی مختلف طی عمل آوری ماهی قزل‌آلا

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.4.4.4]

مقادیر ریزمغذی آهن در امعاواحشا، سر، استخوان پشتی و پوست به‌عنوان مهم‌ترین فراورده‌های جانبی حاصل شده طی فراوری ماهی قزل‌آلا در شکل ۳ خلاصه شده است. بیش‌ترین مقادیر آهن در امعاواحشا و استخوان به‌ترتیب ٤/۹۳ و ٤/٤٦ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که به‌طور معناداری ($p<0/05$) بیش‌تر از مقادیر آهن در سر (۱/۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) و پوست (۰/۷۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود.

بحث

برای اقتصادی بودن فرایند فراوری یک گونه، باید اطلاعات دقیقی از بازدهٔ محصولات مختلف قابل تهیه از آن داشته باشیم زیرا بازده محصول می‌تواند به‌طور مستقیم تعیین‌کننده قیمت فراورده نهایی محصول باشد. در تحقیق حاضر، میانگین وزن فیله با پوست قابل تهیه از ماهی قزل‌آلا ۲۵۷/۹۸ گرم به‌دست آمد و بازده دربارهٔ فیله با پوست و بدون پوست به‌ترتیب به ۳/۲۱±۵٦/٦۹ درصد و ۲/۳۷ ±٤۵/۳٦ کاهش یافت (جدول ۱). به‌طور کلی بازده فیله بسته به گونه تغییر می‌کند و در خصوص گونه‌های پرورشی تجاری کم‌ترین مقدار آن دربارهٔ تیلاپیا (۳۳درصد) و بیش‌ترین آن در مارماهی آب شیرین (٦۰درصد) گزارش شده است (Venugopal, 2009). بازده فیله در ماهی سالمون ۵۰< درصد، در ماهی کپور بازده فیله با پوست ٤۱-٤۹ و در ماهی سوف صورتی ۵۲-٦٤ گزارش شده است. به‌طور کلی بازده فیله به نوع گونه به‌دلیل وابستگی به آناتومی ساختاری گونه، جنس، اندازه و شرایط تغذیه ماهی بستگی دارد (Venugopal, 2009). برای مثال Messina و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که بازده فیله در ماهی باس دریایی وحشی به‌طور معناداری بیش‌تر از ماهی باس دریایی پرورشی است. نکته قابل تأمل دیگر آن است که اگر چه در برخی از گونه‌های دیگر تجاری مهم دنیا نظیر تیلاپیا و گربه ماهی، جدا کردن پوست از فیله موجب افزایش قابل ملاحظه بازار پسندی آن‌ها می‌شود، اما چنانچه مشاهده می‌شود جدا کردن پوست تقریباً موجب کاهش ۱۰ درصدی بازده در فیله قزل‌آلا می‌شود. با توجه به اینکه فیله با پوست قزل‌آلا نیز از بازار پسندی خوبی برخوردار است و نیز پوست نازک و نرم دارد، به نظر می‌رسد عرضه فیله با پوست آن از ارجعیت بالاتر به‌دلیل قیمت پایین‌تر برخوردار باشد.

فراورده‌های جانبی تولید شده طی فراوری ماهی می‌تواند منابعی ارزشمند از ترکیبات مغذی باشد که بهره‌گیری اقتصادی از آن‌ها به آگاهی از حجم دقیق در دسترس، کیفیت و قابلیت نگهداری آن‌ها بستگی دارد. در تحقیق حاضر، براساس نتایج به‌دست آمده تولید فیله از ماهی قزل‌آلامی‌تواند ٤۵ تا ۵۵ درصد فراورده‌های جانبی را تولید کند. در این میان سر با ۱۵/۵۲درصد از وزن بدن ماهی و پس از آن امعاواحشا و استخوان پشتی به‌ترتیب با ۱۲/٦۲ و ۱۰/۷۸ درصد، بیش‌ترین مقادیر را در میان ضایعات نسبت به وزن بدن دارا بودند (جدول ۲). میزان درصد زائدات طی فراوری ماهی نیز می‌تواند بسته به گونه، فصل و روش فراوری متفاوت باشد. Falch و همکاران (۲۰۰٦a) در بررسی چهار گونه روغن ماهی نشان دادند که تولید فیله از این ماهیان، ۲/۳ تولید حجم اولیه محصولات جانبی می‌کند. نتایج آن‌ها همچنین نشان داد که سر ۱۵-۲۰ درصد، امعاواحشا ۱۲-۱۵ درصد و استخوان پشتی و خورده‌های گوشت ۱۸-۳۰ درصد وزن بدن در روغن ماهیان مورد مطالعه را نشان می‌دهد. آن‌ها همچنین در مطالعه‌ای دیگر نشان دادند که درصد این فراورده‌های جانبی بسته به محل صید و فصل صید می‌تواند متغیر باشد (Falch et al., 2006b). دربارهٔ ماهی سالمون فراورده‌های

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.4.4.4]

جانبی طی تولید فیله آن به میزان ۱۰درصد سر، ۱۳ درصد امعاواحشا و ١٤درصد استخوان پشتی و خورده گوشت گزارش شده است (Rustad, 2007). با کمک این نتایج می‌توان برای استفاده از این فراورده‌ها برنامه‌ریزی کرد. برای مثال در کشور ما سالیانه بیش از ۱۰۰ هزار تن (آخرین آمار سال ۹۰ معادل ١٠٦٤٠٩ تن است)، ماهی قزل‌آلا تولید می‌شود. اگر چه همه این حجم فراوری نمی‌شود اما به‌طور بالقوه می‌تواند منبع تولید بیش از ۱۵ هزار تن سر ماهی قزل‌آلا کند. در مقیاس کوچک‌تر اگر یک کارخانه در روز ۵ تن ماهی قزل‌آلا را فراوری کند، به‌میزان ٦٠٠ کیلوگرم امعا و احشا خواهد داشت که می‌تواند به‌طور دقیق برای استفاده و یا نگهداری آن برنامه‌ریزی نماید.

نتایج آنالیز تقریبی نشان داد که (شکل۲a) امعاواحشا با بیش‌ترین میزان (١٧/٤درصد) چربی و فیله دارای کم‌ترین مقدار (۳/۹ درصد) بود. اختلاف معناداری بین مقادیر چربی در امعاواحشا، سر و استخوان پشتی دیده نشد، اما مقدار آن به‌طور معناداری بیش‌تر از مقدار چربی پوست و عضله بود ($p<0/05$). مقدار پروتئین در پوست (٢٤/١درصد) به‌طور معناداری بیش‌تر از سایر بخش‌ها بود ($p<0/05$). تفاوت در میزان چربی در میان افراد یک گونه بیش‌تر ناشی از تفاوت در نوع تغذیه، فصل صید، جنس، اندازه ماهی و شرایط محیطی زندگی ماهی است (Gonzalez-Fandos, 2005). براساس نتایج به‌دست آمده فراورده‌های جانبی حاصل را می‌توان به دو دسته منابع چربی و پروتئین تقسیم کرد. امعاواحشا و سر به‌دلیل دارا بودن مقادیر زیادی از چربی می‌توانند منابع مناسبی برای استخراج چربی باشند و پوست و استخوان می‌توانند منابع قابل ملاحظه‌ای برای استخراج پروتئین از جمله کلاژن و ژلاتین باشند. دربارهٔ بسیاری از گونه‌های دیگر نظیر الاسکا پولاک (Olivera and Bechtel, 2005)، ماهی تن (Selmi *et al.*, 2008)، باس دریایی (Messina et al., 2013) و روغن ماهیان (Falch *et al.*, 2006a)، به‌عنوان منابع مناسب برای استخراج روغن معرفی شدند. نتایج این تحقیق می‌تواند در محاسبه دقیق مقادیر چربی و پروتئین قابل استحصال صنعت را یاری رساند. از سوی دیگر، منابعی نظیر امعاواحشا و سر، که مقادیر بالایی چربی دارند، به شرایط کنترل شده‌تر دمایی برای حفظ کیفیت مناسب طی حمل‌ونقل، نگهداری و فراوری بیش‌تر نیازمند هستند.

اهمیت اسیدهای چرب چند غیراشباع ω_3 در سلامت انسان و تغذیه حیوانات و نیز در حفظ سلامت و ممانعت از بیماری‌ها به‌خوبی شناسایی شده است (Sahena و همکاران، ۲۰۰۹). افزایش علاقه‌مندی به اسیدهای چرب چند غیراشباع و کاهش منابع طبیعی دریایی آن‌ها موجب افزایش تحقیقات برای یافتن منابع جایگزین شیلاتی نظیر فراورده‌های جانبی صنعت فراوری آبزیان شده است (Kim and Mendis, 2006). در این میان به‌منظور ارزیابی پتانسیل یک گونه برای معرفی به‌عنوان منبع جدید استخراج اسیدهای چرب چند غیراشباع، شناسایی ترکیب اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده چربی موجود در بخش‌های مختلف بدن آن گونه ضروری است (Fiori et al., 2012). در تحقیق حاضر اسیدهای چرب چند غیراشباع در هر سه بخش بیش‌ترین میزان را دارا بود و تفاوت قابل ملاحظه‌ای در سه فراورده بررسی شده از نظر مقادیر اسیدهای چرب غیراشباع و اشباع مشاهده نشد (جدول ۳). میزان اسیدهای چرب غیراشباع در امعاواحشا و سر، به‌ترتیب ٧٦ و ٧٧درصد ترکیب اسیدهای چرب موجود در روغن آن‌ها بود که آن‌ها را به‌عنوان منابع غنی از این اسیدها معرفی می‌کند. نتایج به‌دست آمده در این تحقیق با نتایج به‌دست آمده دربارهٔ گونه‌های پرورشی‌مانند گربه ماهی (Sathivel

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.4.4.4]

et al., 2002)، آتلانتیک سالمون (Sun et al., 2002) و میگوی پرورشی (Hue et al., 2003)، که نشان دادند که فراورده‌های جانبی حاصل از فراورده‌های این گونه‌ها پتانسیل بالایی برای استخراج اسیدهای چرب چند غیراشباع دارد، همخوانی دارد. همچنین در تحقیق حاضر نسبت ω۳/ ω٦ نیز در امعا واحشا و سر به‌ترتیب ۱/۰۰ و ۰/۹۷ بود. نتایج تحقیقات پیشین نشان داده است که نسبت ω۳/ ω٦ در ماهیان آب شیرین اغلب بین ۰/۵ تا ۳/۸ است که نتایج به‌دست آمده با آن همخوانی دارد. به‌طور کلی، مصرف آبزیان که دارای مقادیر زیادω۳ و مقادیر کم ω٦ هستند،برای حفظ نسبت صحیح ω۳/ ω٦ در جیره غذایی توصیه می‌گردد. نسبت بهینه ω۳/ ω٦ از ۱:۱ تا ۱:٤ متغیر است (Simopoulos, 2002). جیره غذایی انسان اغلب به سمت اسیدهای چرب ω٦ که معمولاً در روغن‌های گیاهی پرمصرف فراوان هستند، غیر متوزان است. بنابراین نسبت ω۳/ ω٦به‌عنوان یک شاخص برای ارزیابی ارزش تغذیه‌ای روغن ماهی توصیه شده است (Piggot and Tucker, 1990). همچنین نتایج به‌دست آمده نشان داد که فراورده‌های جانبی مورد مطالعه از نظر کیفیت تأمین اسیدهای چرب چند غیراشباع با فیله ماهی قزل‌آلا برابری می‌کند. در حالت کلی، دربارهٔ ماهیان پرورشی جیره غذایی مصنوعی و فرموله شده یک منبع از اسیدهای چرب چند غیراشباع ω۳، ویتامین‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها را که به‌خوبی متوازن شده‌اند، به‌واسطه وجود روغن‌های دریایی فراهم می‌کنند که مستقیماً بر ارزش تغذیه‌ای و ترکیب اسیدهای چرب فیله آن‌ها اثر می‌گذارد (Cahu et al., 2004). نتایج این تحقیق مانند دیگر تحقیقات (Messina et al., 2013) این اثر متوازن کننده را دربارهٔ فراورده‌های جانبی ماهی نیز به اثبات می‌رساند.

نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر به‌منظور ارزیابی بازده تولید و ارزیابی پتانسیل کاربرد و ارزش تغذیه‌ای فراورده‌های جانبی حاصل از فراوری ماهی قزل‌آلا صورت پذیرفت. نتایج نشان داد تولید فیله از ماهی قزل‌آلا می‌تواند بیش از ۵۰درصد فراورده‌های جانبی تولید کند. بیش‌ترین درصد پسماندهای تولیدی مربوط به سر و امعاواحشاست. ارزیابی ارزش تغذیه‌ای این پسماندها نشان داد که سر و امعاواحشا می‌تواند منابع مناسبی برای استخراج چربی و پوست و خرده‌های گوشت و استخوان پشتی منابع مناسبی برای استفاده به‌عنوان پروتئین هستند. همچنین چربی استخراج شده از سر و امعاواحشا قزل‌آلا می‌تواند منابع مناسبی از اسیدهای چرب چند غیراشباع به‌ویژه ω۳ باشد. نتایج تحقیق حاضر می‌تواندر برنامه‌ریزی برای فراوری صنعتی ماهی قزل‌آلا و نیز کاربرد هرچه بهتر فراورده‌های جانبی این صنعت در تولید مکمل‌های غذایی روغن‌های دریایی و پروتئینی مفید باشد.

منابع

AOAC. 2005. Official Method of Analysis (17th ed). Washington, DC: Association of Official Analytical.

Cahu, C., Salen, P. and deLorgeril, M. 2004. Farmed and wild fish in the prevention of cardiovascular diseases: assessing possible differences in lipid nutritional values. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases,* 14 (1): 34-41.

Doragh, A., Kochanein, P., Nikpour, Y., Yavari, V., Zolgharnian, H., Safahieh, A.R. and Salari Aliabadi, M.A. 2009. Cadmium, copper and iron accumulation in tissues of belanger's croaker, *Johnius belangerii* (C.) from northern coasts of Persian Gulf. *Fisheries Journal*. 3, 1-9.

Falch, E., Rustad, T. and Aursand, M. 2006a. By-products from gadiform species as raw material for production of marine lipids as ingredients in food or feed. *Process Biochemistry*, 41 (3): 666-674.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.4.4.4]

(*Onchorhynchus gorbuscha*) and Alaska Walleye Pollock (*Theragra chalcogramma*) by-products.*Journal of AquaticFood Product and Technology*, 14(1): 73-91.

Piggot, G. M. and Tucker, B. W. 1990. Effects of technology on nutrition. New York: Marcel Dekker. pp. 384.

Rustad, T. 2007. Physical and chamical properties of protein seafood by-products. In: *maximising the value of marine by-products*. Ed. Shahidi, F. (65-90). Wood head Publishing Limited and CRC Press LLC. P, 3-23.

Sahena, F., Zaidul, I. S. M., Jinap S., Saari N., Jahurul H. A., Abbas K. A. and Norulaini, N. A. 2009. PUFAs in fish: Extraction, fractionation, importance in health. *Comrehensive Review in Food Science and Food Safety*, 8(2): 59-74.

Sativel, S., Prinyawiwatkul, W., Grimm, C. C., King, J. M. and Lloyd, S. 2002. FAComposition of Crude Oil Recovered from Catfish Viscera. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 7(10): 989-993.

Selmi, S., Mbarki, R. and Sadok, S. 2008. Seasonal change of lipid and fatty acid composition of little tuna Euthynnusalletteratus by-products. *Nutrition and Health*, 19(3): 189-194.

Shahidi, F. 1994. Seafood processing discards. In: Seafood Chemistry, Processing, Technology and Quality, Shahidi, F. and Botta, J.R. (Eds.), Chapman Hall Inc.New York pp. 320-334.

Simopoulos, A. P. 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 56, 365–379.

Sun T., Pigott G. M. and Herwig, R. P. 2002. Lipase-assisted concentration of n-3 polyunsaturated fatty acids from viscera of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Journal of Food Science*, 67(1): 30-136.

Torres, J. A., Chen, Y., Rodrigo-GarcoÂa, J. and Jaczynski, J. 2007. Recovery of by-products from seafood processing streams. In *maximising the value of marine by-products*. Ed. Shahidi, F., 65-90.

Venugopal, V. 2009. Marine Products for Healthcare Functional and Bioactive Nutraceutical Compounds from the Ocean. CRC Press Taylor & Francis Group. 552 pp.

Falch, E., Rustad, T., Jonsdottir, R., Shaw, N. B., Dumay, J., Berge, J. P. and Arason, S. 2006b. Geographical and seasonal differences in lipid composition and relative weight of by-products from gadiformspecies. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6): 727-736.

FAO. 2012. The state of world fisheries and aquaculture. PP 230.

Fiori, L., Solana, M., Tosi, P., Manfrini, M., Strim, C. and Guella, G. 2012. Lipid profiles of oil from trout (*Oncorhynchus mykiss*) heads, spines and viscera: Trout by-products as a possible source of omega-3 lipids? *Food Chemistry*, 134(2): 1088-1095.

Folch, J., Lees, M. and Stanley, G. H. S. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistery*, 226: 497-509.

Gonzalez-Fandos, E., Villarino-Rodriguez, A., García-Linares, M., Garcia-Arias, M. and García-Fernández, M. 2005. Microbiological safety and sensory characteristics of salmon slices processed by the sous vide method. *Food control,* 16(1): 77-85.

Heu, M. S., Kim, J. S. Shahidi, F. 2003. Components and nutritional quality of shrimp processing by-products. *Food Chemistry*, 82(2): 235-242.

Iranian Fisheries Orgnization. 2011. Annual Fisheries Statistics. pp. 32. In Farsi.

Kim, S. and Mendis, E. 2006. Bioactive compounds from marine processing by-products- A review. *Food Research Internatonal*, 39(4): 383-393.

Messina, C., Renda, G., Barbera, L. and Santulli, A. 2013. By-products of farmed European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) as a potential source of n-3 PUFA.*Biologia*, 68(2): 288-293.

Mosavi Dehmordi, L., Famil Mohamadi, A. and Behdani, A. 2013. An analysis of the fish consumption in Isfahan. Journal of Fisheries, *Iranian Journal of Natural Resources*. 65(4): 439-446. In Farsi.

Oliveira, A. C. M. and Bechtel, P. J. 2005. Lipid composition of Alaska Pink Salmon

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.4.4.4]

Journal of Fisheries Science & Technology
TMU
Vol. 2, No. 4, Winter 2014

Evaluation of production efficiency, by-products, and their nutritional value during the processing of rainbow trout

Mehdi Abdollahi[1]*, Masoud Rezaei[2], Elika Jafari[3], Elnaz Ghafari[3] and Sahel Soltankarimi[4]

1- Ph. D. student, Department of Seafood Science and Technology, Faculty of Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor
2- Professor, Department of Seafood Science and Technology, Faculty of Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor
3-B. Sc. student, Department of Natural Resources, Alame Mohades Noori University, Noor
4- Ph. D. student, Department of Fisheries, Faculty of Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor

Received: 2013/10/3 Accepted: 2014/1/16

*Corresponding author: abdollahi.mkh@gmail.com

Abstract:
Processing efficiency of rainbow trout, amounts of by-products and their nutritional value as well as some correlations between whole fish weight and products yield were evaluated. Results showed that efficiency decreased up to 87.56 ± 3.43% for gutted fish and it reached up to 56.69 ± 3.26% and 45.36 ± 2.37% for skined on and skinless fillets, respectively. The highest amounts of by-product were related to head and viscera which were 15.52 ± 2.00% and 12.62 ± 2.61% of body weight, respectively. A significant negative correlation was found between fish weight and head weight percentage ($P<0.01$). Also, the yield of headed and gutted product increased significantly by increase in fish weight ($P<0.01$). Among by-products, viscera and head were the richest sources of fat (17.4 and 13.0 % of wet weight) and skin contained the highest amount of protein (24.1% of wet weight). Moreover, a significant presence of the most important and health benficial omega-3 fatty acids was detected in both head and viscera. Viscera and bone were also found as rich source of iron mineral.

Keywords: Rainbow trout, production efficiency, by-products, nutritional value

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1392.2.4.4.4]