



دانشگاه گنبد کاووس

نشریه "پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی"

دوره هفتم، شماره سوم، پاییز ۹۸

<http://jair.gonbad.ac.ir>

اثر سطوح مختلف چربی جیره بر شاخص‌های رشد و بیوشیمیایی خون دورگه ماهی ماش

Leuciscus aspius (Linnaeus, 1758) ماده × ماهی سفید

Rutilus kutum (Kamensky, 1901) نر (*Leuciscus aspius* ♀ × *Rutilus kutum* ♂)

بهرام فلاحتکار^{۱*}، محمدرضا کمالی کیا^۲، ایرج عفت پناه^۳

^۱استاد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان، ایران

^۲دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان، ایران

^۳کارشناس‌ارشد مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور، سیاهکل، گیلان، ایران

تاریخ ارسال: ۹۵/۱۲/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱۵

چکیده

مطالعه حاضر در راستای تعیین تأثیرات میزان چربی جیره بر شاخص‌های رشد و ترکیب شیمیایی بدن در دورگه ماهی ماش ماده × ماهی سفید نر (*L. aspius* ♀ × *R. kutum* ♂) انجام شد. برای انجام این آزمایش تعداد ۲۵۲ ماهی با وزن $5/8 \pm 29/3$ گرم (میانگین \pm SD) در چارچوب طرح کاملاً تصادفی در شش تیمار سه تکراری تقسیم شدند. ماهی‌ها پس از یک هفته سازگاری با ۶ جیره حاوی نیتروژن یکسان (۴۰ درصد پروتئین خام) و سطوح چربی متفاوت شامل ۷، ۱۰، ۱۳، ۱۶، ۱۹ و ۲۲ درصد، به مدت ۵۶ روز، بر اساس اشتها و سه وعده در روز غذادهی شدند. شاخص‌های مورد بررسی شامل وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، فاکتور وضعیت، ضریب تبدیل غذایی، بازده پروتئین، شاخص کبدی و شاخص احشایی بود. نتایج حاصل گویای معنی‌دار بودن تأثیر سطوح متفاوت چربی جیره غذایی بر شاخص‌های ضریب تبدیل غذایی و بازده پروتئین بود. اختلاف معنی‌داری در ترکیب لاشه، میزان پروتئین تام، لیپید کل، کلسترول و تری‌گلیسرید بین تیمارها دیده نشد. براساس یافته‌های تحقیق حاضر در تغذیه این ماهیان، افزایش میزان چربی جیره تا سطح ۱۶ درصد در جهت بهبود شاخص‌های رشد پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: *L. aspius*، *R. kutum*، چربی، رشد، ترکیب لاشه، بیوشیمی خون

*نویسنده مسئول: falahatkar@guilan.ac.ir

مقدمه

غذا یکی از مهمترین عوامل هزینه‌بر در تولید آبزیان است. بنابراین جهت اقتصادی بودن طرح‌های تکثیر و پرورش آبزیان، باید جیره غذایی براساس نیازمندی‌های واقعی آبزیان طراحی گردد. همچنین تغذیه و غذادهی از منظر زیست‌محیطی نیز حائز اهمیت است زیرا مصرف غذا توسط آبزی، منجر به ایجاد آلودگی و شرایط پرغذایی در محیط‌های آبی می‌گردد. در آبی‌پروری جهانی گرایشی عمومی به سمت متراکم کردن هر چه بیشتر روش‌های پرورش وجود دارد. از آنجا که در سیستم متراکم آبی‌پروری از غذای طبیعی استفاده نشده یا خیلی کم استفاده می‌شود، اهمیت استفاده از غذاهای فرموله در آبی‌پروری متراکم بیشتر نمود پیدا می‌کند. بنابراین باید باتوجه به نیاز آبی، جیره‌های دارای ارزش غذایی کامل تولید و از هزینه‌های تولید غذا کاست. بهبود غذا و تغذیه باعث رشد سریع و مناسب، تأثیر مثبت بر دستگاه تولید مثلی ماهیان، تسریع روند رشد، تحریک گامتوژنز، میزان باروری، لقاح، کیفیت اسپرم، ماندگاری بالاتر لاروها، افزایش ایمنی و سایر عوامل در راستای تکثیر و پرورش موفق می‌گردد (Izquierdo *et al.*, 2001).

انرژی یکی از نیازهای اساسی موجودات آبی است، به دلیل اینکه استمرار حیات و بقای موجود و سپس رشد و اعمال دیگر وابسته به انرژی است و به‌عنوان یک جزء اصلی و پایه در جیره به‌شمار می‌رود (Ai *et al.*, 2004). ماهی جهت رشد، تولید مثل و حفظ سلامتی خود سلامتی خود به منابعی از انرژی و مواد مغذی نیازمند است (Lovell, 1989).

چربی‌ها به‌عنوان مهم‌ترین منبع تولید انرژی در جیره غذایی محسوب می‌شوند. همچنین به‌عنوان منبع تأمین‌کننده اسیدهای چرب ضروری به‌شمار می‌روند. در ساختمان فسفولیپیدها به‌عنوان حامل‌هایی جهت جذب ویتامین‌های محلول در چربی (A, D, K, E) و رنگدانه‌ها نقش دارند و نیز به‌عنوان منبع استرول‌ها ضمن برعهده داشتن وظایف وسیع بیولوژیک، در ساخت برخی ویتامین‌ها و هورمون‌ها نقش دارند (Goddard, 1996). وجود چربی در جیره باعث می‌شود که از پروتئین به‌عنوان منبع انرژی استفاده نشده و در نتیجه پروتئین در مسیر و نقش اصلی خود قرار گیرد و بیشتر به مصرف رشد ماهی برسد (Brauge *et al.*, 1995; Einen and Rome, 1997; Lus *et al.*, 2009). از طرفی کاهش چربی جیره که سبب تأمین انرژی از پروتئین می‌شود باعث کاهش رشد شده و موجب اختلال در فعالیت‌های حیاتی و سیستم دفاعی بدن می‌گردد (Refstie *et al.*, 2003). افزایش بیش از حد چربی جیره، کاهش مصرف غذا را موجب می‌شود که به کاهش در رشد و بازده غذایی می‌انجامد (Weatherup *et al.*, 1997; Shearer *et al.*, 1997; Silverstein *et al.*, 1999; Stavros *et al.*, 2010). در جیره آبزیان، استفاده از چربی به‌منظور تأمین انرژی، امکان مصرف بیشتر پروتئین جهت رشد سلول‌های جدید و بافت‌ها را فراهم می‌کند (Ng *et al.*, 2004). به‌طور کلی چربی‌ها، در تأمین انرژی،

رشد، تشکیل غشاء سلولی، ایمنی، تأمین اسیدهای چرب ضروری، تکثیر سلول‌ها و جذب غذا نقش دارند (Bell et al., 2003; Opsahl-Ferstad et al., 2003).

ماهی ماش (*Leuciscus aspius*) یک ماهی شکارچی از خانواده کپور ماهیان است (Vostradovsky, 1973) و در مناطقی از آسیا و اروپا از جمله دریای بالتیک، شرق نروژ، جنوب سوئد، جنوب فنلاند، دریای سیاه، دریای آزوف و حوضه جنوبی دریای خزر یافت می‌شود. اندازه متوسط آن ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متر است هر چند نمونه‌هایی با وزن بیش از ۱۰ کیلوگرم و طول ۱۰۰ سانتی‌متر هم گزارش شده است (Faith et al., 2004). ماهی ماش در سنین پایین به صورت گروهی نزدیک سطح آب یافت می‌شود و از حشرات و پلانکتون‌ها تغذیه می‌کند. بالغ‌ها کمتر به صورت گروهی دیده می‌شوند و با حمله‌های سریع و در سطح آب از ماهی‌های کوچک و لارو موجودات آبی و حتی برخی پرندگان کوچک آبی تغذیه می‌کنند (Kottelat and Freyhof, 2007).

ماهی سفید (*R. kutum*) از خانواده کپور ماهیان Cyprinidae به دلیل ارزش بالای اقتصادی، گوشت لذیذ و بازار پسندی مناسب از مهم‌ترین ماهیان استخوانی سواحل جنوبی دریای خزر به‌شمار می‌آید. ماهی سفید یک گونه مهاجر است و برای تولید مثل وارد رودخانه‌های جنوبی دریای خزر می‌شود (Valipour and Khanipour, 2010). این ماهی از نظر رژیم غذایی همه‌چیزخوار بوده ولی برخلاف سایر ماهیان همه‌چیزخوار به دلیل کوتاه بودن طول روده دارای طیف غذایی محدودی است. ماهی سفید به‌عنوان غذای آغازین از انواع پلانکتون‌های گیاهی و جانوری و لارو حشرات استفاده نموده و پس از رسیدن به وزن بالاتر و در مراحل پس از مهاجرت به دریا عمدتاً از صدف‌های دو کفه‌ای تغذیه می‌نماید (Valipour and Khanipour, 2010).

یکی از شیوه‌های اصلاح نژاد در آبزیان، جهت افزایش توان تولید در آبی پروری، دورگه‌گیری است که می‌تواند خصوصیات متفاوتی از والدین و یا ترکیبی از ویژگی‌های خاص آنها را به‌همراه داشته باشد. در کپور ماهیان چینی دورگه‌گیری گونه‌های مختلف، می‌تواند برتری‌های متفاوتی نسبت به والدین به همراه داشته باشد؛ از قبیل تطابق بهتر با محیط، انعطاف‌پذیری وسیع‌تر از لحاظ عادات و رفتارهای تغذیه‌ای، بهره‌برداری کامل‌تر از منابع غذایی طبیعی، ضریب رشد بهتر، مقاومت بیشتر نسبت به عوامل بیماری‌زا، کیفیت بالاتر گوشت و عقیم‌بودن ماهیان حاصل از دورگه‌گیری، که از دیدگاه آبی‌پروری بسیار حائز اهمیت است. به این دلیل که انرژی کمتری صرف رشد و توسعه گنادی شده و رشد بهتری خواهند داشت (Krasznai and Marian, 1982).

امروزه توجه به گونه‌های جدید و هیبریدها در سیستم‌های پرورش ماهی بیش از پیش مد نظر بوده، چراکه دارای مزایایی از جمله سرعت رشد بیشتر نسبت به والدین، مقاومت بیشتر نسبت به دستکاری‌ها و شرایط پرورش می‌باشند اما می‌بایست به نیازمندی‌های تغذیه‌ای و پرورشی آنها برای

موفقیت بیشتر توجه خاصی نمود. مطالعات مختلفی در خصوص تولید، نگهداری و تغذیه دورگه ماهی ماش ماده و سفید نر تاکنون انجام شده است (Falahatkar et al., 2015a; Haghparast et al., 2014; Bagheri et al., 2016). با توجه به اهمیت آبی‌پروری اصولی و نقش تغذیه در آن و هزینه‌بر بودن خوراک در سیستم‌های تکثیر و پرورش آبزیان، مطالعه حاضر در جهت تعیین سطح مطلوب چربی جیره و بررسی اثرات سطوح مختلف چربی بر شاخص‌های رشد و ترکیب بدن دورگه ماهی ماش ماده و سفید نر به‌عنوان یک ماهی هیبرید جدید و همچنین شناخت اولیه در خصوص نیازمندی‌های این ماهی جهت پرورش و در نتیجه تولید موفق آن در سیستم‌های پرورشی انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

۲۵۲ ماهی با وزن اولیه $5/8 \pm 29/3$ گرم و طول $15/8 \pm 0/9$ (میانگین \pm SD) دو هفته قبل از شروع آزمایش، با شرایط پرورشی در مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف پور سیاهکل (رشت، ایران) و غذای آزمایشی حاوی سطح پایین چربی (۷ درصد) سازگار شدند. محل پرورش شامل ۱۸ حوضچه بتونی گرد به قطر ۱۸۵ cm، سطح مقطع $2/7 \text{ m}^2$ و ارتفاع ۵۰ cm با حجم آب ۸۱۰ لیتر بود که با استفاده از طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در ۶ تیمار (هر یک با ۳ تکرار) ماهی دار شدند. ارتفاع آب برای همه حوضچه‌ها به‌صورت مساوی و معادل 1 ± 30 cm در نظر گرفته شد. منبع تأمین آب، رودخانه دیسام سیاهکل بود. دما، اکسیژن و pH آب محل پرورش در طول دوره تحقیق با دستگاه پی‌اچ اکسی‌متر WTW 340i اندازه‌گیری شد. میانگین دما $16/5 \pm 0/4$ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن $8/2 \pm 0/2$ mg/l و pH معادل $8/2 \pm 0/2$ بود. نوسان دمای آب در طول دوره از ۱۹ درجه سانتی‌گراد آغاز و در پایان دوره آزمایش به‌دلیل سردی هوا به ۱۳ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. دوره نوری نیز به‌صورت شرایط طبیعی در طول دوره پرورش در نظر گرفته شد. به‌منظور تأمین هر چه بهتر احتیاجات غذایی ماهیان، برای ساخت جیره‌های غذایی از اقلام غذایی متنوعی استفاده شد و میزان چربی، پروتئین و کربوهیدرات جیره با استفاده از نرم افزار LINDO تنظیم گردید.

ماهیان به‌مدت ۵۶ روز، ۳ بار در روز و در ساعات ۸:۰۰، ۱۶:۰۰ و ۲۴:۰۰ با جیره‌های حاوی ۷، ۱۰، ۱۳، ۱۶، ۱۹ و ۲۲ درصد چربی به‌صورت دستی و براساس میزان اشتها مورد تغذیه قرار گرفتند. جیره‌های با سطوح مختلف چربی و با ۴۰ درصد پروتئین ثابت ساخته شدند. اقلام غذایی به‌صورت دستی مخلوط و در حین مخلوط شدن به‌تدریج روغن و آب ولرم در حد کفایت اضافه گردید. خمیر ایجاد شده توسط چرخ گوشت صنعتی چرخ شده و یک غذای رشته‌ای با قطر ۵ میلی‌متر تهیه گردید. پس از آن که رشته‌های غذایی تهیه شد به سینی‌های خشک کن منتقل شده و در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت خشک گردید و بعد از خشک‌شدن مدتی در هوای آزاد قرار داده شد.

اثر سطوح مختلف چربی جیره بر شاخص‌های رشد و بیوشیمیایی خون دورگه ماهی ماش...

به‌منظور ایجاد اندازه مناسب با دهان ماهیان، جیره ساخته شده با دقت و به‌صورت دستی خرد شدند و پس از بسته‌بندی در داخل فریزر و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Falahatkar et al., 2015b). فرمول و ترکیب تقریبی جیره‌ها در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- اجزای غذایی و ترکیب شیمیایی جیره‌های مورد استفاده در آزمایش اثر سطوح مختلف چربی جیره بر شاخص‌های رشد و بیوشیمیایی خون دورگه ماهی ماش (*L. aspius*) ماده × ماهی سفید (*R. kutum*) نر

چربی جیره (درصد)						ترکیبات جیره (درصد)
۲۲	۱۹	۱۶	۱۳	۱۰	۷	
۴۱/۴۰	۴۰/۴۷	۳۹/۵۳	۳۸/۸۰	۳۸	۳۹	آرد ماهی
۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	آرد سویا
۴	۴	۴	۶	۷/۲۳	۰	آرد گندم
۷/۱۵	۱۱/۱۴	۱۵/۱۴	۱۶/۹۶	۱۹/۶۱	۲۰	سیوس گندم
۷/۰۹	۶/۰۱	۴/۴۹	۲/۹۴	۱/۴۰	۰	روغن ماهی
۷/۰۹	۶/۰۱	۴/۴۹	۲/۹۴	۱/۴۰	۰	روغن سویا
۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	لیستین
۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	ملاس چغندر
۲	۲	۲	۲	۲	۲	مکمل ویتامینه ^۱
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	مکمل معدنی ^۲
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	متیونین
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	لایزین
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	مخمر
۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	نمک
۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	گچ
						ترکیب تقریبی جیره‌ها ^۳
۴۱/۱۵	۴۰/۹۳	۴۰/۸۷	۴۱/۰۶	۴۰/۹۰	۴۰/۹۰	پروتئین خام
۲۲/۱۳	۱۸/۹۵	۱۶/۰۷	۱۲/۸۹	۱۰/۱۵	۷/۰۵	چربی خام
۱۴/۳۲	۱۴/۵۶	۱۳/۹۱	۱۳/۳۸	۱۲/۸۱	۱۲/۲۵	خاکستر
۸/۲۰	۸/۴۰	۸/۷۰	۸/۶۰	۸/۹۰	۹/۱۰	رطوبت
۲۰/۹۰	۲۰/۱۰	۱۹/۵۱	۱۸/۹۲	۱۸/۳۵	۱۸/۱۲	انرژی ناخالص ^۴

^۱ شرکت لابراتوارهای سیانس (قزوین، ایران)، هر ۱۰۰۰ گرم پرمیکس ویتامینه حاوی IU ۱۶۰۰۰۰۰ ویتامین A، IU ۴۰۰۰۰۰۰ ویتامین D₃، ۶ گرم تیامین، ۸ گرم ریبولوین، ۱۲ گرم نیاسین، ۴۰ گرم اسید پنتوتونیک، ۴ گرم پیریدوکسین، ۲ گرم اسید فولیک، ۸ میلی‌گرم سیانوکوبالامین، ۶۰ گرم ویتامین C، ۲ گرم ویتامین K₃، ۲۴۰ میلی‌گرم بیوتین، ۲۰ گرم اینوزیتول و ۲۰ گرم BHT می‌باشد.

^۲ شرکت لابراتوارهای سیانس (قزوین، ایران)، هر ۱۰۰۰ گرم پرمیکس معدنی حاوی ۲۶ گرم آهن، ۱۲/۵ گرم روی، ۲ گرم سلنیوم، ۴/۸ گرم کبالت، ۴/۲ گرم مس، ۱۵/۸ گرم منگنز، ۱ گرم ید و ۱۲ گرم کولین کلراید می‌باشد.

^۳ رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر بر حسب درصد ماده خشک محاسبه شد (n = ۳).

^۴ انرژی ناخالص برحسب کیلوژول بر گرم جیره؛ محاسبه انرژی ناخالص بر اساس هر گرم انرژی موجود در پروتئین (۲۳/۶ KJ)، چربی (۳۹/۵ KJ)، کربوهیدرات (۱۷/۲ KJ) صورت پذیرفت.

هر دو هفته یکبار با بیهوشی ماهی به وسیله پودر گل میخک با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر وزن هر ماهی با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت گرم و طول کل هر ماهی با استفاده از خط‌کش بیومتری با دقت میلی‌متر اندازه‌گیری شد. شاخص‌های رشد مورد بررسی در این مطالعه شامل وزن نهایی، درصد افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، فاکتور وضعیت، شاخص کبدی، شاخص احشایی، ضریب تبدیل غذایی و نرخ بازده پروتئین براساس فرمول‌های زیر محاسبه گردید (Ronyai and Peteri, 1990; Piedecausa et al., 2007; Hamza et al., 2008):

$100 \times \frac{\text{میانگین وزن ابتدایی}}{\text{میانگین وزن انتهایی}} = \text{درصد افزایش وزن بدن}$

$100 \times \frac{\text{دوره پرورش (روز)}}{\text{Ln(وزن اولیه) - Ln(وزن نهایی)}} = \text{نرخ رشد ویژه (درصد/روز)}$

$100 \times \frac{\text{طول (سانتی متر)}}{\text{وزن نهایی (گرم)}} = \text{فاکتور وضعیت}$

$\text{وزن اضافه شده (گرم)} / \text{غذای خشک مصرفی (گرم)} = \text{ضریب تبدیل غذایی}$

$\text{پروتئین مصرفی (گرم)} / \text{وزن تر تولید شده (گرم)} = \text{نرخ بازده پروتئین}$

در پایان دوره ۴ عدد ماهی به‌طور تصادفی از هر تانک صید و برای اندازه‌گیری شاخص کبدی و

شاخص احشایی مورد استفاده قرار گرفتند.

$100 \times \frac{\text{وزن بدن (گرم)}}{\text{وزن کبد (گرم)}} = \text{شاخص کبدی (درصد)}$

$100 \times \frac{\text{وزن بدن (گرم)}}{\text{وزن احشاء (گرم)}} = \text{شاخص احشایی (درصد)}$

به‌منظور اندازه‌گیری رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین کل موجود در لاشه، در انتهای دوره پرورش به‌صورت تصادفی یک نمونه ماهی از هر تانک انتخاب شده و پس از کشتن به فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منتقل و تا زمان اندازه‌گیری شاخص‌های اشاره شده به‌صورت منجمد نگهداری شد. در پایان دوره نمونه‌های مربوط به تکرارهای مختلف هر تیمار به‌وسیله چرخ گوشت چرخ شدند تا کاملاً خرد و مخلوط گردند. جهت محاسبه مقادیر رطوبت، خاکستر، چربی، پروتئین، از روش‌های مندرج در (AOAC, 1996) استفاده شد. میزان رطوبت طی عملیات خشک‌کردن در دمای ۱۰۵°C در آون و تا رسیدن به وزن ثابت اندازه‌گیری شد. میزان خاکستر با سوزاندن مقدار مشخصی از ماده خشک در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد در کوره الکتریکی تا رسیدن به وزن ثابت اندازه‌گیری شد. میزان پروتئین خام با احتساب نیتروژن (N×6.25) و با استفاده از روش کلدال محاسبه گردید و میزان چربی خام با استفاده از روش Soxhlet تعیین شد.

در پایان دوره آزمایش، ۳ ماهی از هر تانک به‌طور تصادفی صید و نمونه خون آنها به‌وسیله سرنگ هپارینه ۲ ml اخذ شد. پلاسماهای نمونه خون پس از سانتریفوژ با دور ۱۵۰۰ گرم به‌مدت ۱۰ دقیقه در دمای اتاق جداسازی و در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز نگهداری شدند. اندازه‌گیری پروتئین کل در پلاسما با استفاده از روش بیوره و کیت زیست‌شیمی (تهران، ایران) توسط اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۴۰ نانومتر انجام شد (Sharpe and Maclatchy, 2007). مقدار چربی

کل پلاسما براساس روش رنگ‌سنجی در طول موج ۵۴۶ نانومتر و با واکنش اسید فسفووانیلین انجام شد (Allain *et al.*, 1974). مقدار کلسترول و تری‌گلیسرید پلاسما نیز به روش رنگ‌سنجی در طول موج ۵۴۶ نانومتر با استفاده از کیت‌های مخصوص زیست‌شیمی اندازه‌گیری شد (Sharpe and Maclatchy, 2007).

داده‌های کسب شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS (version 16, Chicago, IL) پس از کنترل نرمال بودن از طریق آزمون Kolmogorov-Smirnov به وسیله آنالیز واریانس یکطرفه (One-Way ANOVA) مقایسه شدند و سپس با مشاهده اختلاف معنی‌دار، مقایسه میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد از طریق تست Tukey صورت گرفت.

نتایج

نتایج شاخص‌های رشد ماهیان دورگه ماهی ماش ماده × ماهی سفید نر تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف چربی در یک دوره ۵۶ روزه در جدول ۲ آمده است. براساس این نتایج، شاخص‌های مربوط به رشد شامل وزن نهایی، درصد افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و فاکتور وضعیت در ماهیان مورد آزمایش به صورت جزئی تحت تأثیر مقادیر مختلف چربی جیره قرار گرفتند، ولی اختلافات ایجاد شده فقط در ضریب تبدیل غذایی و نرخ بازده پروتئین معنادار بود ($p < 0.05$). حداکثر افزایش وزن بدن در سطح ۱۶ درصد بوده و کمترین میزان افزایش وزن در سطح ۲۲ درصد مشاهده شد اما اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($p > 0.05$). بیشترین مقادیر شاخص‌های درصد افزایش وزن و نرخ رشد ویژه در ماهیان تغذیه شده با جیره دارای ۱۶ درصد چربی و کمترین مقدار شاخص درصد افزایش وزن در سطح ۱۹ درصد و کمترین مقدار شاخص نرخ رشد ویژه در سطح ۱۳ درصد مشاهده شد اما این اختلافات معنی‌دار نبودند ($p > 0.05$). در پایان دوره پرورش شاخص‌های شاخص کبدی و شاخص احشایی در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($p > 0.05$). در جدول ۳ ترکیبات لاشه در انتهای دوره ۵۶ روزه آزمایش نشان داده شده است. نتایج حاکی از آن است که بین تیمارها هیچ اختلاف معنی‌داری در میزان پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر لاشه وجود ندارد ($p < 0.05$).

جدول ۲- اثر سطوح مختلف چربی جیره بر شاخص‌های رشد دوره ماش (*L. aspius*) ماده × ماهی سفید (*R. kutum*) نر پس از ۵۶ روز پرورش (میانگین ± SD)

شاخص‌های رشد	چربی جیره (%)					
	۲۲	۱۹	۱۶	۱۳	۱۰	۷
وزن اولیه (گرم)	۲۹/۲ ± ۰/۰۰	۲۹/۳ ± ۰/۲۵	۲۹/۳ ± ۰/۰۵	۲۹/۳ ± ۰/۱۸	۲۹/۲ ± ۰/۰۷	۲۹/۳ ± ۰/۰۷
وزن نهایی (گرم)	۳۳/۰۵ ± ۰/۱۸	۳۳/۸ ± ۱/۵	۳۵/۹ ± ۱/۴	۳۴/۳ ± ۰/۶	۳۴/۴ ± ۲/۲	۳۴/۳ ± ۱/۶
درصد افزایش وزن (درصد)	۱۳/۱ ± ۲/۸	۱۵/۳ ± ۴/۳	۲۲/۹ ± ۴/۷	۱۷/۳ ± ۱/۴	۱۷/۹ ± ۷/۹	۱۷/۲ ± ۵/۳
نرخ رشد ویژه (درصد / روز)	۰/۳۵ ± ۰/۱۰	۰/۳۶ ± ۰/۰۹	۰/۳۸ ± ۰/۰۸	۰/۲۹ ± ۰/۰۶	۰/۳۳ ± ۰/۱۳	۰/۳۲ ± ۰/۰۹
فاکتور وضعیت	۰/۷۵ ± ۰/۰۲	۰/۷۷ ± ۰/۰۲	۰/۷۵ ± ۰/۰۲	۰/۷۲ ± ۰/۰۲	۰/۵۳ ± ۰/۰۰	۰/۵۱ ± ۰/۰۰
ضریب تبدیل غذایی	۶/۵۶ ± ۰/۵۱ ^a	۵/۸۳ ± ۰/۴۴ ^{ab}	۴/۶۲ ± ۰/۰۸ ^d	۴/۹۳ ± ۰/۰۸ ^{cd}	۵/۵۵ ± ۰/۳۰ ^{bc}	۵/۷۶ ± ۰/۱۲ ^{abc}
نرخ بازده پروتئین	۰/۳۷ ± ۰/۰۳ ^d	۰/۴۲ ± ۰/۰۳ ^{cd}	۰/۵۳ ± ۰/۰۰ ^a	۰/۴۹ ± ۰/۰۰ ^{ab}	۰/۴۴ ± ۰/۲۱ ^{bc}	۰/۴۲ ± ۰/۰۰ ^{cd}
شاخص کبدی (درصد)	۰/۸۶ ± ۰/۲۲	۰/۷۵ ± ۰/۰۴	۰/۸۰ ± ۰/۱۴	۰/۸۵ ± ۰/۱۷	۰/۸۲ ± ۰/۱۵	۰/۸۷ ± ۰/۰۵
شاخص احشایی (درصد)	۵/۹۲ ± ۱/۱۵	۵/۶۵ ± ۰/۲۰	۵/۴۸ ± ۰/۴۵	۵/۹۲ ± ۰/۱۴	۶/۳۲ ± ۰/۷۷	۵/۸۸ ± ۰/۹۴

حروف غیرمشابه در یک ردیف دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (p<0.05).

جدول ۳- اثر سطوح مختلف چربی جیره بر ترکیبات شیمیایی لاشه (وزن مرطوب) دوره ماش (*L. aspius*) ماده × ماهی سفید (*R. kutum*) نر پس از دوره ۵۶ روزه آزمایش (میانگین ± SD)

ترکیبات تقریبی بدن (درصد)	چربی جیره (درصد)					
	۲۲	۱۹	۱۶	۱۳	۱۰	۷
رطوبت	۷۰/۴۱ ± ۰/۰۵	۷۰/۷۰ ± ۰/۶۵	۷۰/۸۸ ± ۰/۰۳	۷۱/۹۳ ± ۰/۴۹	۷۱/۲۱ ± ۱/۱۷	۷۱/۴۶ ± ۰/۳۲
پروتئین	۱۶/۵۳ ± ۰/۰۶	۱۹/۱۰ ± ۱/۳۱	۱۷/۲۰ ± ۰/۱۹	۱۷/۱۲ ± ۲/۷۲	۱۷/۵۵ ± ۰/۴۷	۱۷/۴۴ ± ۰/۸۳
چربی	۶/۸۶ ± ۰/۰۱	۶/۴۰ ± ۰/۴۷	۷/۱۱ ± ۰/۴۵	۶/۸۰ ± ۰/۵۰	۷/۱۸ ± ۱/۱۸	۶/۹۲ ± ۰/۶۵
خاکستر	۳/۶۵ ± ۰/۲۲	۳/۴۴ ± ۰/۱۴	۳/۴۳ ± ۰/۱۱	۳/۴۶ ± ۰/۰۸	۳/۵۲ ± ۰/۱۶	۳/۴۲ ± ۰/۱۶

در جدول ۴ نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای بیوشیمیایی خون در انتهای دوره آزمایش نشان داده شده است. نتایج نشان داد در ارتباط با مقادیر پروتئین تام، لیپید کل، کلسترول و تری‌گلیسرید اختلافی بین تیمارها وجود ندارد (p<0.05).

اثر سطوح مختلف چربی جیره بر شاخص‌های رشد و بیوشیمیایی خون دورگه ماهی ماش...

جدول ۴- اثر سطوح مختلف چربی جیره بر ترکیبات بیوشیمیایی خون دورگه ماش (*L. aspius*) ماده × ماهی سفید (*R. kutum*) نر پس از ۵۶ روز پرورش (میانگین ± SD)

ترکیبات بیوشیمی خون (میلی‌گرم در دسی لیتر)	چربی جیره (درصد)					
	۲۲	۱۹	۱۶	۱۳	۱۰	۷
پروتئین تام	۲/۶۸ ± ۰/۴۶	۳/۱۳ ± ۰/۶۴	۲/۸۱ ± ۰/۶۱	۲/۹۶ ± ۰/۵۸	۲/۸۱ ± ۰/۴۹	۲/۸۳ ± ۰/۵۸
لیپید کل	۴۶۰/۱۱ ± ۷۴/۲۷	۴۷۲/۷۸ ± ۴۲/۸۲	۴۹۹/۳۳ ± ۵۷/۱۱	۴۶۹/۵۶ ± ۳۹/۵۰	۴۷۲/۸۹ ± ۶۰/۵۶	۴۸۲/۷۸ ± ۷۵/۱۹
کلسترول	۲۳۴/۱۱ ± ۳۰/۴۹	۲۴۳/۶۷ ± ۲۶/۵۵	۲۵۶/۳۳ ± ۲۷/۲۱	۲۵۳/۱۱ ± ۱۸/۹۶	۲۵۱/۲۲ ± ۳۰/۴۷	۲۴۶/۴۴ ± ۳۴/۱۷
تری‌گلیسرید	۱۳۳/۲۲ ± ۵۸/۴۱	۱۲۷/۰۰ ± ۲۶/۵۵	۱۴۳/۳۳ ± ۳۱/۸۲	۱۱۴/۵۶ ± ۱۸/۸۶	۱۲۱/۲۲ ± ۲۱/۶۱	۱۳۶/۰۰ ± ۲۵/۴۵

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر که روی تعیین درصد بهینه چربی جیره و اثرات آن بر رشد و ترکیبات لاشه هیبرید ماهی ماش و سفید انجام شد نشان داد افزایش وزن و نرخ رشد ویژه در ماهیان تغذیه‌شده با جیره حاوی ۱۶٪ چربی بیشتر از بقیه بوده و ماهیان در سایر تیمارها در این شاخص‌ها مقادیر تقریباً مشابهی را نشان می‌دهند ولی اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها مشاهده نشد. در نیمه دوم پرورش دمای آب به‌طور محسوسی کاهش یافت و به حدود ۱۳ درجه سانتی‌گراد رسید که خارج از محدوده مناسب برای رشد این ماهی بود. به‌نظر می‌رسد سرد شدن ناگهانی هوا و همچنین کار بر روی اولین نسل از این دورگه، از دلایل رشد کم این ماهیان در این دوره باشد. ضریب تبدیل غذایی در تیمار تغذیه‌شده با جیره حاوی ۱۶٪ چربی کمترین و بهترین حالت را داشته، به‌طوری‌که اختلاف معنی‌دار بین تیمارها دیده شد. همچنین با افزایش میزان چربی جیره از ۷ درصد به ۱۶ درصد مقدار کارآیی پروتئین افزوده شده و با افزایش میزان چربی به سطوح بالاتر، کاهش مقدار این شاخص مشاهده شد. به‌طوری‌که در ماهیان تغذیه‌شده با جیره حاوی ۱۶٪ چربی افزایش معنی‌داری در این شاخص نسبت به سایر گروه‌ها نشان داد.

در تحقیق حاضر محتوای لاشه بین تیمارها اختلاف معنی‌داری را در میزان پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر لاشه نشان نداد. این طور به‌نظر می‌رسد که ماهیان تغذیه‌شده با جیره‌های کم‌چربی، به‌دلیل کمبود سطح چربی جیره و عدم تأمین انرژی مورد نیاز بدن این توانایی را نداشته که نیاز متابولیسمی ماهی را تأمین کنند، لذا این انرژی از طریق قرارگرفتن پروتئین در مسیر کاتابولیسمی تأمین شده است که این امر موجبات کاهش کارآیی پروتئین در این تیمارها را فراهم نموده است (Luo *et al.*, 2005; Mohseni *et al.*, 2007; Sayed Hassani *et al.*, 2011).

افزایش ضریب تبدیل غذا در تیمارهای تغذیه شده با سطوح چربی بالاتر از ۱۶٪ به چند دلیل می‌تواند باشد. چایاپکارا و همکاران (Chaiyapechara *et al.*, 2003) این‌طور بیان کردند که کاهش قابلیت هضم غذا در اثر افزایش میزان چربی جیره، می‌تواند یکی از دلایل ناکارآمدی جیره باشد که مسلماً با کاهش ناگهانی و محسوس دما در آزمایش حاضر، در قابلیت هضم نقصان بیشتری مشهود است. گاولیکا و همکاران (Gawlicka *et al.*, 2002) دلیل افزایش ضریب تبدیل غذا در تاس‌ماهی سفید (*Acipenser transmontanus*) تغذیه شده با جیره حاوی چربی زیاد را سیری زودرس این ماهیان بیان کردند. همچنین ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi Dorcheh and Zare, 2011) علاوه بر مورد فوق، کاهش خوش خوراکی جیره و همچنین عدم پیوستگی مناسب و هدر رفت زیاد را در جیره‌های با چربی بالا، از دلایل این موضوع دانستند. همچنین توانایی محدود ماهی در جذب چربی زیاد به‌وسیله گزارشات (NRC, 1983)، یافته‌های ال‌سید و گارلینگ (El-Sayed and Garling, 1988) و همچنین ایلیس و ریگ (Ellis and Reig, 1991) مورد تأیید می‌باشد.

گزارشات (NRC, 1983) حاکی از این مطلب است که اختلافات قابل مشاهده در احتیاجات چربی و انرژی در آبزیان، مربوط به دمای آب، نوع چربی، محتوای انرژی و پروتئین جیره می‌باشد. کاهش کارایی پروتئین با افزایش چربی در سطوح بالاتر از ۱۶٪ گویای این مطلب است که چربی جیره بیش از حد بهینه ماهیان حاضر در این آزمایش بوده و عدم تناسب میزان انرژی و پروتئین موجب افزایش ضریب تبدیل غذا و کاهش کارایی پروتئین شده است. در همین راستا محققین دیگری طی مطالعات خود نشان داده‌اند که افزایش چربی جیره تا سطحی معین در صورتی باعث بهبود راندمان غذایی و افزایش کارایی پروتئین می‌شود که با افزایش پروتئین همراه باشد (Ai *et al.*, 2004; Ebrahimi *et al.*, 2004a; Li *et al.*, 2010; Yoshii *et al.*, 2010) و نسبت مطلوبی از انرژی و پروتئین در جیره موجود باشد. به‌علاوه با افزایش میزان چربی جیره تا سطح ۱۶٪، انرژی متابولیسمی مورد نیاز به شکل مطلوب در اختیار ماهی قرار گرفته و پروتئین در مسیر اصلی خود یعنی سنتز بافت نقش ایفا نموده است. لذا بازده پروتئین در سطح ۱۶٪ بالاترین مقدار را نشان می‌دهد. در واقع تأمین انرژی مورد نیاز موجبات صرفه‌جویی در مصرف پروتئین را فراهم کرده که خود منجر به افزایش رشد شده است. یافته‌های سایر محققین نیز مؤید این مطلب می‌باشد (Steffens, 1981; Stuart and Hung, 1989; Lus *et al.*, 2009; Xiang-Fei *et al.*, 2010).

از طرفی با بررسی نتایج تحقیقات هانگ و همکاران (Hung, *et al.*, 1997) در خصوص تاسماهی سفید، ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi, 2004 a,b) در خصوص ماهیان انگشت‌قد فیل‌ماهی (*Huso huso*) و قره‌برون (*Acipenser persicus*) و پی و همکاران (Pei *et al.*, 2004) در خصوص ماهی کاراس (*Carassius carassius*) که با هدف بررسی اثر سطوح متفاوت چربی بر شاخص‌های رشد، با در

نظرگرفتن میزان متفاوت پروتئین انجام شده است، می‌توان در مورد کاهش بازده پروتئین همگام با افزایش چربی جیره این‌طور بیان کرد که چربی دارای اثری کمکی بر کارایی پروتئین است. به‌طوری‌که افزایش چربی تا حدی معلوم، به‌واسطه افزایش پروتئین تا سطحی مشخص می‌تواند سبب رشد بیشتر ماهیان گردد. نتایج مطالعه حاضر نیز بیانگر این مطلب است که برای دستیابی به رشد مناسب، جیره نیازمند نسبت مشخصی از چربی و پروتئین می‌باشد. این مطلب با نتایج سایر محققین نیز همسو است (Cho and Kaushik, 1990; Arzel *et al.*, 1994; Chou and Shiau, 1996; Einen and Rome, 1997;) Brendan *et al.*,) از سوی دیگر برندن و همکاران (Ebrahimi *et al.*, 2004b; Yoshii *et al.*, 2010 (1998) طی مطالعه‌ای در خصوص تعیین پروتئین مورد نیاز بچه تاس‌ماهی سفید، این‌طور بیان کردند که با افزایش پروتئین جیره به ۴۳، ۴۸/۲ و ۵۲ درصد، افزایشی در رشد این ماهیان مشاهده نمی‌شود. این نتایج تأییدی بر تأثیر همپوشانی چربی و پروتئین می‌باشد.

نتایج کسب شده در خصوص آنالیز لاشه نشان داد اختلافی در شاخص‌های اندازه‌گیری شده شامل مقدار پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر ملاحظه نمی‌گردد، این درحالی است که در بیشتر مطالعات با استفاده از سطوح مختلف چربی جیره، مقدار چربی لاشه تحت تأثیر قرار گرفته است. نتایج مطالعه‌ای که لو و همکاران (Luo *et al.*, 2005) روی ماهی هامور معمولی انجام دادند، نشان داد با افزایش میزان چربی در جیره، محتوای چربی موجود در لاشه افزایش و جذب پروتئین کاهش می‌یابد. همچنین در مطالعه‌ای که توسط محسنی و همکاران (Mohseni *et al.*, 2007) انجام شد تأثیر سطوح متفاوت پروتئین و چربی بر روی تاس‌ماهیان ایرانی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج این تحقیق نیز نشان داد با افزایش میزان چربی در جیره، محتوای چربی موجود در لاشه افزایش می‌یابد. برخی مطالعات نیز اثر معنی‌داری در استفاده از سطوح مختلف چربی بر چربی لاشه ملاحظه نمودند (Kikuchi *et al.*, 2009; Kowalska *et al.*, 2011). باتوجه به عدم اختلاف معنی‌دار در مقدار چربی لاشه، تغییری نیز در مقدار رطوبت لاشه دیده نشد که این امر به‌دلیل رابطه بین این دو عامل می‌باشد چرا که مطالعات نشان می‌دهند با افزایش چربی لاشه مقدار رطوبت کاهش می‌یابد (Chatzifotis *et al.*, 2010; Ebrahimi and Ouraji, 2012). در محتوای خاکستر لاشه نیز اختلاف معنی‌داری در میان تیمارها مشاهده نشد. نتایج بسیاری از تحقیقات هم بیانگر این مطلب است که میزان چربی جیره نمی‌تواند با محتوای خاکستر در ترکیبات بدن رابطه معنی‌داری داشته باشد (Du *et al.*, 2005; Chatzifotis *et al.*, 2010). عدم تغییر در محتوای پروتئین احتمالاً به‌دلیل عدم تأثیر پذیری لاشه در سطوح مختلف چربی است چرا که به‌نظر می‌رسد چربی نتوانسته است روند پروتئین‌سازی را در لاشه تحت تأثیر خود قرار دهد. باتوجه به نتایج کسب شده در خصوص آنالیز لاشه به‌نظر می‌رسد سطوح مورد استفاده چربی جیره، عملکرد متابولیسمی ماهی در شرایط پرورشی و دمای پرورش تأثیری بر کیفیت لاشه نگذاشته است.

این امر خصوصاً در سننین مختلف، نیازمندی‌های متابولیسمی متفاوت در دماهای بالاتر مورد مطالعه بیشتر در این ماهی قرار گیرد.

نتیجه مطالعه حاضر نشان داد اختلافی در شاخص‌های بیوشیمیایی پلاسما از جمله چربی کل، پروتئین تام، تری‌گلیسرید و کلسترول دیده نمی‌شود. نتایج مطالعه‌ای که چاتزی‌فوتیس و همکاران (Chatzifotis *et al.*, 2010) روی ماهی *Argyrosomus regius* انجام دادند نشان داد افزایش میزان چربی در جیره، میزان تری‌گلیسرید پلاسما را افزایش می‌دهد. همچنین آن‌ها بیان کردند که بیشترین میزان پروتئین کل پلاسما در ماهیان تغذیه‌شده با کمترین و بیشترین چربی جیره مشاهده می‌شود. به نظر می‌رسد عدم ایجاد اختلاف در پارامترهای بیوشیمیایی پلاسما در هیبرید ماش × ماهی سفید به دلیل نرخ پایین متابولیسم این ماهی در شرایط پرورشی و محدوده دمایی مورد مطالعه باشد (Martinez *et al.*, 1996; Skov *et al.*, 2011).

کاهش دما در انتهای آزمایش باعث کاهش متابولیسم و میزان انرژی مورد نیاز ماهی شد. لذا جیره‌ها کارایی مناسبی را نداشتند. همچنین این دمای کم عملکرد گوارشی ماهی و فرآیند هضم و جذب غذا را تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش تغذیه و در نتیجه کاهش سرعت رشد گردیده است. از طرفی باتوجه به والدین این دورگه و وحشی بودن آنها غذادهی در این آزمایش تحت تأثیر محیط کوچک و محصور آزمایش واقع شده است و میزان غذای مصرفی این ماهیان را به شدت کاهش داده است که احتمالاً مجموعه این عوامل سبب نرخ پایین رشد و عدم اثر کافی بر پارامترهای بیوشیمیایی خون و لاشه در طول این مدت گردید.

باتوجه به رشد مناسب این ماهی در دماهای بالاتر و خصوصاً در استخرهای خاکی، به نظر می‌رسد کاندیدی مناسب برای آبی‌پروری تلقی گردد. نتایج این تحقیق نشان داد که با استفاده از جیره غذایی محتوی حدود ۱۶٪ چربی می‌توان به بهترین راندمان غذایی و بیشترین کارایی پروتئین در تغذیه این ماهی دورگه دست یافت. با این حال تأیید این نتایج نیاز به تحقیقات بیشتر در نسل‌های بعدی این دورگه دارد تا بتوان به جیره‌ای مناسب جهت رشد مناسب و کیفیت مطلوب دست یافت.

تشکر و قدردانی

صمیمانه از تمامی افرادی که در مراحل انجام این پژوهش همکاری و مساعدت نمودند، به‌ویژه مهندس مکت‌خواه و مهندس موسی‌پور تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

- Ai Q., Mai K., Li H., Zhang C., Zhang L., Duan Q., Tan B., Xu W., Ma H., Zhang W., Liufu Z. 2004. Effects of dietary protein to energy ratios on growth and body composition of juvenile Japanese seabass (*Lateolabrax japonicus*). *Aquaculture*, 230: 507-516.
- Allain C.C., Poon L.S., Chan C.S., Richmond W., Fu P.C. 1974. Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clinical Chemistry*, 20: 470-475.
- AOAC. 1996. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA.
- Arzel J., Martinez Lopez F.X., Metailler R., Stephan G., Viau M., Gandemer G., Guillaume J. 1994. Effect of dietary lipid on growth performance and body composition of brown trout *Salmo trutta* reared in seawater. *Aquaculture*, 123: 361-375.
- Bagheri M., Falahatkar B., Efatpanah I. 2016. Growth performance and body composition of Aspikutum; a new hybrid of Asp, *Leuciscus aspilus* ♀ × Caspian Kutum, *Rutilus frisii* ♂, cultured under different stocking densities in circular concrete tanks. *Journal of the World Aquaculture Society*, 48: 947-954.
- Bell J.G., Henderson R.J., Tocher D.R., McGhee F., Dick J.R., Porter A., Smullen R.P., Sargent J.R. 2003. Substituting fish oil with crude palm oil in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects muscle fatty acid composition and hepatic fatty acid metabolism. *The American Society for Nutritional Sciences*, 132: 222-230.
- Brauge C., Grraze G., Medale F. 1995. Effect of dietary levels lipid and carbohydrate on growth performance, body composition, and plasma glucose levels in rainbow trout reared at 8° or 18°C. *Reproduction Nutrition Development*, 35: 277-290.
- Brendan J., Hung S.S.O., Mederano J. 1998. Protein requirement of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Aquaculture*, 71: 235-245.
- Chaiyapechara S., Casten M.T., Hardy R.W., Dong F.M. 2003. Fish performance, fillet characteristics, and health assessment index of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing adequate and high concentration of lipid and vitamin E. *Aquaculture*, 219: 715-738.
- Chatzifotis S., Panagiotidou M., Papaioannou N., Pavlidis M. 2010. Effect of dietary lipid levels on growth, feed utilization, body composition and serum metabolites of meagre (*Argyrosomus regius*) juveniles. *Aquaculture*, 307: 65-70.
- Cho C.Y., Kaushik S.J. 1990. Nutritional energetics in fish: energy and protein utilization in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *World Review of Nutrition and Dietetics*, 61: 132-172.

- Chou B.S., Shiau S.Y. 1996. Optimal dietary lipid level for growth of juvenile hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*). *Aquaculture*, 143: 185-195.
- Du Z.Y., Liu Y.J., Tian L.X., Wang J.T., Wang Y., Liang G.Y. 2005. Effect of dietary lipid level on growth, feed utilization and body composition by juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture Nutrition*, 11: 139-146.
- Ebrahimi Dorcheh E., Zare P. 2011. Effects of dietary lipid level on growth, feed utilization and survival of juvenile of beluga (*Huso huso*). *Iranian Journal of Natural Resources* 64: 93-106. (In Persian).
- Ebrahimi E., Pourreza J., Panamariov S.V., Kamali A., Hosaini A. 2004a. Effects of different levels of protein and fat on growth characters and chemical composition of fingerling Beluga (*Huso huso*). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 8: 229-241. (In Persian).
- Ebrahimi E., Pourreza J., Panamariov S.V., Kamali A., Hosaini A. 2004b. Effects of different levels of protein and fat on growth and chemical composition of fingerling Iranian sturgeon (*Acipenser persicus*). *Journal of Agriculture Sciences and Natural Resources*, 11: 141-151. (In Persian).
- Ebrahimi G., Ouraji H. 2012. Dietary lipid requirement for the Kutum fingerlings (*Rutilus frisii kutum*). *Research Journal of Animal Sciences*, 5: 5-15. (In Persian).
- Einen O., Rome A.J. 1997. Dietary protein/energy ratios for Atlantic salmon in relation to fish size, growth, feed utilization and slaughter quality. *Aquaculture Nutrition*, 3: 115-126.
- Ellis S.C., Reigh R.C. 1991. Effects of dietary lipid and carbohydrate levels on growth and body composition of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, 97: 383-394.
- El-Sayed A.M., Garling D.L.Jr. 1988. Carbohydrate-to-lipid ratio in diets for *Tilapia zillii* fingerlings. *Aquaculture*, 73: 157-163.
- Faith D.P., Reid C.A.M., Hunter J. 2004. Integrating phylogenetic diversity, complementarity, and endemism for conservation assessment. *Conservation Biology*, 18: 255-261.
- Falahatkar B., Efatpanah I., Meknatkhah B., Rahmati M. 2015a. Potential of Aspikutum (a hybrid of *Leuciscus aspius* ♀ × *Rutilus frisii* ♂) for aquaculture: comparison of growth performance in earthen ponds and tanks. *Iranian Journal of Ichthyology*, 2: 194-196.
- Falahatkar B., Soltani M., Abtahi B., Kalbassi M.R., Pourkazemi M. 2015b. The role of dietary L-ascorbyl-2-polyphosphate on the growth and physiological functions of beluga, *Huso huso* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture Research*, 46: 3056-3069.
- Gawlicka A., Herold M.A. Barrows FT. de la Noüe J. Hung SSO. 2002. Effects of dietary lipids on growth, fatty acid composition, intestinal absorption and

- hepatic storage in white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) larvae. Journal of Applied Ichthyology, 18: 673-681.
- Goddard S. 1996. Feeding Management in Intensive Aquaculture. Chapman and Hall, New York, USA. 194P.
- Haghparsat P., Falahatkar B., Khoshkholgh M.R., Meknatkhah B., Efatpanah I., Nasrollahzadeh A. 2014. Effects of different levels of dietary protein and fat on growth performance and feed efficiency of female asp (*Aspius aspius*) × male Caspian Kutum (*Rutilus frisii*). Journal of Aquaculture Development, 8: 21-34. (In Persian).
- Hamza N., Mhetli M., Khemis I.B., Cahu C., Kestemont P. 2008. Effect of dietary phospholipids levels on performance, enzyme activities and fatty acid composition of pikeperch (*Sander lucioperca*) larvae. Aquaculture, 282: 275-274.
- Hung S.S.O., Storebakken T., Cui Y., Tian L., Eine L. 1997. High-energy diets for white sturgeon (*Acipenser transmontanus* Richardson). Aquaculture Nutrition, 3: 281-285.
- Izquierdo M., Fernandez-Palacios H., Tacon A. 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. Aquaculture, 197: 25-42.
- Kikuchi K., Takeshi F., Iwata N., Noguchi T. 2009. Effect of dietary lipid levels on the growth, feed utilization, body composition and blood characteristics of tiger puffer *Takifugu rubripes*. Aquaculture, 298: 111-117.
- Kottelat M., Freyhof J. 2007. Handbook of European Freshwater Fishes. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland. 646P.
- Kowalska A., Zakeš Z., Jankowska B., Demska Zakeš K. 2011. Effect of different dietary lipid levels on growth performance, slaughter yield, chemical composition, and histology of liver and intestine of pikeperch, *Sander lucioperca*. Czech Journal of Animal Science, 56: 136-149
- Krasznai Q., Marian T. 1982. Crossbreeding of Grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) and Bighead (*Aristichthys nobilis*) embryogenesis of interspecific hybrid and results of its morphological analysis. Aquacultura Hungarica, 3: 5-15.
- Li X.F., Liu W.B., Jiang Y.Y., Zhu H., Ge X.P. 2010. Effects of dietary protein and lipid levels in practical diets on growth performance and body composition of blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*) fingerlings. Aquaculture, 303: 65-70.
- Lovell R.T. 1989. Nutrition and feeding of fish (second edition), Kluwer Academic Publisher, New York, USA. 260P.
- Luo Z., Liu, Y.J., Mal K.S., Tian L.X., Liu D.H., Tan X.Y., Lin H.Z. 2005. Effect of dietary lipid level on growth performance, feed utilization and body composition of grouper (*Epinephelus coioides*) juveniles fed isonitrogenous diets in floating netcages. Aquaculture International, 13: 257-269.

- Lus M., Durazo E., Teresa Viana M., Drawbridge D.P. 2009. Effect of dietary lipid levels on performance, body composition and fatty acid profile of juvenile white seabass (*Atractoscion nobilis*). *Aquaculture*, 289: 101-105.
- Martinez C.A.P., Cristina C.S., Ross L.G. 1996. The effects of water temperature on food intake, growth and body composition of *Cichlasoma urophthalmus* (Günther) juveniles. *Aquaculture Research*, 27: 455-461.
- Mohseni M., Sajjadi M., Pourkazemi M. 2007. Growth performance and body composition of sub-yearling Persian sturgeon (*Acipenser persicus*), fed different dietary protein and lipid levels. *Journal of Applied Ichthyology*, 23: 204-208.
- Ng W.K., Sigholt T., Bell J.G. 2004. The influence of environmental temperature on the apparent nutrient and fatty acid digestibility in Atlantic salmon (*Salmo salar*), fed finishing diets containing different blends of fish oil, rapeseed oil and palm oil. *Aquaculture Research*, 35: 1228-1237.
- NRC. 1983. Nutrient Requirements of Warmwater Fishes and Shellfishes, revised edition. Nutrient Requirements of Domestic Animals. National Academy press, Washington. DC, USA. 102P.
- Opsahl-Ferstad H.G., Rudi H., Ruyter B., Refstie S. 2003. Biotechnological approaches to modify rapeseed oil composition for applications in aquaculture. *Plant Science*, 165: 349-357.
- Pei E., Xie S., Lei W., Zhu X., Yang Y. 2004. Comparative study on the effect of dietary lipid level on growth and feed utilization for gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) and Chinese longsnout catfish (*Leiocassis longirostris* Gunther). *Aquaculture Nutrition*, 10: 209-216.
- Piedecausa M.A., Mazon M.J., Garcia B.G., Hernandez M.D. 2007. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in the diets of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*). *Aquaculture*, 263: 211-219.
- Refstie S., Korsoen O., Storebakken T., Baeverfjord G., Lein I. 2003. Differing nutritional responses to dietary soybean meal in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* and Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 190: 46-63.
- Ronyai A., Peteri A. 1990. Comparison of growth rate of starlet (*Acipenser ruthenus*) and hybrid of starlet (*Acipenser ruthenus* × *Acipenser baeri*) raised in a water recycling system. *Aquaculture*, 5: 185-192.
- Sayed Hassani M., Mohseni M., Hosseni M., Yazdani Sadati M., Pourkazemi M. 2011. The effect of various levels of dietary protein and lipid on growth and body composition of (*Acipenser persicus*) fingerlings. *Journal of Applied Ichthyology*, 27: 737-742.
- Sharpe R.L., MacLatchy D.L. 2007. Lipid dynamics in goldfish (*Carassius auratus*) during a period of gonadal recrudescence: Effects of β -sitosterol and 17β -estradiol exposure. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 145: 507-517.

- Shearer K.D., Silverstein J.T., Plisetskaya E.M. 1997. The role of adiposity in food intake control of juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Comparative Physiology and Biochemistry*, 118: 1209-1215.
- Silverstein J.T., Shearer K.S., Dickhoff W.W., Plisetskaya E.M. 1999. Regulation of nutrient intake and energy balance in salmon. *Aquaculture*, 177: 161-169.
- Skov P.V., Larsen B.K., Frisk M., Jokumsen A. 2011. Effects of rearing density and water current on the respiratory physiology and haematology in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* at high temperature. *Aquaculture*, 319: 446-452.
- Stavros C., Panagiotidou M., Papaioannou N., Pavlidis M. 2010. Effect of dietary lipid levels on growth, feed utilization, body composition and serum metabolites of meagre (*Argyrosomus regius*) juveniles. *Aquaculture*, 307: 65-70.
- Steffens W. 1981. Protein utilization by rainbow trout (*S. gairdneri*) and carp (*C. carpio*): A brief review. *Aquaculture*, 23: 337-345.
- Stuart J.S., Hung S.S.O. 1989. Growth of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) fed different proteins. *Aquaculture*, 76: 303-316.
- Valipour A.R., Khanipour A.A. 2010. Kutum, Jewel of the Caspian Sea. Iranian Fisheries Research Organization. Caspian Environmental Program, Iran. 95P.
- Vostradovsky J. 1973. Freshwater fishes. The Hamlyn Publishing Group Limited, London, UK. 252P.
- Weatherup R.N., McCracken K.J., Foy R., Rice D., Mckendry J., Mairs R.J., Hoey R. 1997. The effects of dietary fat content on performance and body composition of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 70: 107-184.
- Xiang-Fei L., Wen-Bin L., Yang-Yang J., Hao Z., Xian-Ping G. 2010. Effects of dietary protein and lipid levels in practical diets on growth performance and body composition of blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*) fingerlings. *Aquaculture*, 303: 65-70.
- Yoshii K., Takakuwa F., Nguyen H., Masumoto T., Fukada H. 2010. Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization of juvenile kelp grouper (*Epinephelus bruneus*). *Fisheries Science*, 76: 139-145.

