بررسی اثر سطوح مختلف لاکتوفرین در جیره غذایی بر شاخص‌های رشد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

منصور لطفی[1*]، ناصر آق[2]، مهدی شمسایی مهرجان[3]، رضا ملک‌زاده ویایه[2]، مهسا محمدی‌زاده[4] و محمدصدیق جسور[5]

۱*) دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد رشته شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
نویسنده مسئول مکاتبات: mansour_lotfi_424@yahoo.com
۲) استادیار پژوهشکده آرتمیا و جانوران آبزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
۳) استادیار گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
۴) دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد رشته شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
۵) دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد رشته شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۳/۴

چکیده

در این مطالعه اثرات استفاده از مقادیر مختلف لاکتوفرین گاوی در جیره غذایی بر شاخص‌های رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بررسی شده است. ماهیان با دامنه وزنی ۴۵-۳۵ گرم (میانگین وزن ۵±۴۰ گرم) به مدت ۳۰ روز با سه تیمار غذایی شامل مقادیر ۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم لاکتوفرین به ازای هر کیلوگرم جیره تغذیه شدند. در پایان دوره پرورش، بیومتری ماهیان انجام گرفت و شاخص‌های رشد، وزن، طول کل، ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه، ضریب چاقی و میزان رشد روزانه محاسبه شدند و داده‌های به دست آمده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج حاصل از بیومتری نشان دادند که مقادیر شاخص‌های رشد در تیمارهای تغذیه شده با لاکتوفرین در مقایسه با گروه شاهد (فاقد لاکتوفرین در جیره) به طور معنی‌داری افزایش یافته بودند ($P<0/05$). تمامی شاخص‌های بررسی شده، به استثنای ضریب چاقی، در تیمار آزمایشی حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم لاکتوفرین در جیره دارای بیشترین مقدار در بین تیمارها بودند، اما اختلاف معنی‌داری بین این تیمار و تیمار حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم لاکتوفرین مشاهده نشد ($P>0/05$). بر اساس نتایج حاصل، استفاده از ۱۰۰ میلی‌گرم لاکتوفرین به ازای هر کیلوگرم غذا، جهت تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: لاکتوفرین، قزل‌آلای رنگین‌کمان، تغذیه، شاخص‌های رشد.

مقدمه

یکی از معضلات اساسی جوامع بشری فراهم نمودن غذا برای جمعیت رو به تزاید کره زمین است (FAO, 2002). پرورش ماهی یک صنعت مهم و سودآور است و با توجه به آسان بودن تولید ماهیان در مقایسه با سایر فرآورده‌های پروتئینی و بالا بودن ارزش غذایی آن، امروزه آبزی‌پروری به عنوان یکی از فعالیت‌های موثر در افزایش تولید غذا مورد توجه قرار گرفته است (Hasan, 2002). از سوی دیگر، نیازهای غذایی بسیاری از ماهیان پرورشی از جمله آزاد ماهیان هنوز به طور کامل مشخص نشده‌اند و اگر با نیازهای غذایی شناخته شده برای پرورش جانوران خشکی‌زی مقایسه گردند، هنوز مراحل ابتدایی را طی می‌کنند. لذا، امروزه تحقیقات گسترده‌ای در ارتباط با تغذیه ماهیان پرورشی و

Archive of SID

www.SID.ir

تولید خوراک با کیفیت بالا و هزینه مناسب در حال انجامند (فراهانی، ۱۳۸۳).

در سال‌های اخیر به‌کارگیری مواد محرک رشد در جیره غذایی آبزیان بسیار مورد توجه قرار گرفته است. دلیل اساسی و منطقی استفاده از این محرک‌ها، افزایش رشد، کاهش مصرف غذا و در نتیجه، افزایش تولید و تهیه محصولی با کیفیت بالا می‌باشد (Sukhoverkhov, 2006). محرک‌های رشد سبب بهبود شاخص‌های رشد ماهیان خصوصاً شاخص ضریب تبدیل غذایی می‌شوند (Reilly & Keferstein, 1997). لاکتوفرین یک نوع گلایکوپروتئین با وزن مولکولی ۸۰ کیلو دالتون، متعلق به خانواده ترانسفرین‌ها و دارای ساختار مشابه در موجودات زنده است (Gonzalez–Chavez *et al*., 2008). لاکتوفرین در مقیاس تجاری از شیر گاو استخراج می‌شود (Steijns, 2004). لاکتوفرین گاوی از ۶۸۹ اسید آمینه تشکیل شده است (Steijns & Van Hooijdonk, 2000) و از نظر ساختاری یک زنجیره پلی‌پپتیدی ساده است که به صورت ۲ لوب متقارن تاخورده درآمده است.

هر لوب می‌تواند با به اشتراک گذاشتن یون کربنات[1] با یک اتم فلزی ترکیب شود. لاکتوفرین میل ترکیبی بالایی برای اتصال با آهن دارد (۲۶۰ برابر ترانسفرین سرمی خون) و تنها ترانسفرینی است که در محدوده وسیعی از pH، از جمله pHهای شدیداً اسیدی، توانایی نگهداری این فلز را دارد (Gonzalez-Chavez *et al*., 2008). لاکتوفرین مقاوم به حرارت و نیز تا حدودی مقاوم به تجزیه پروتئینی است. این بدان معنی است که می‌تواند در شرایط تولید غذا و در حضور مایعات اسیدی معده و تجزیه‌کننده‌های پروتئینی روده ساختار خود را حفظ نماید. خصوصیات مذکور استفاده از لاکتوفرین را در تغذیه ماهیان پرورشی امکان‌پذیر می‌سازند (Kumari *et al*., 2003). لاکتوفرین یکی از مؤلفه‌های مهم سیستم ایمنی غیراختصاصی است که نقش‌های فیزیولوژیک بسیار به آن نسبت داده شده‌اند که شامل تنظیم متابولیسم آهن (Suzuki *et al*., 2001; Ward & Conneely, 2004)، حفاظت در مقابل عفونت‌های باکتریایی (Shan *et al*., 2007)، تنظیم عملکرد ایمنی (Esteban *et al*., 2005; Chand *et al*., 2006)، تحریک پاسخ‌های ایمنی غیراختصاصی (Kamilya *et al*., 2006)، تنظیم پاسخ‌های التهابی (Hayashida *et al*., 2004)، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، خاصیت اتصال به سموم، فعالیت ضد ویروسی و فعالیت ضد قارچی می‌باشند.

این ماده همچنین، دارای خصوصیات ایمیونوتروپیک در رابطه با سلول‌های B و T از طریق بلوغ فنوتیپیک و عملکردی است (Kumari *et al*., 2003).

مطالعات روی اثر لاکتوفرین در ماهیان اغلب مربوط به نقش آن در تقویت سیستم ایمنی و افزایش مقاومت ماهی بوده‌اند (Sakai *et al*., 1993; Kumari *et al*., 2003; El-Ashram *et al*., 2008). در تعدادی دیگر از بررسی‌ها تأثیر افزودن لاکتوفرین به جیره غذایی روی رشد ماهیان مورد توجه قرار گرفته است.

در بررسی Kakuta (1996) مشخص شد که لاکتوفرین تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های رشد ماهی طلایی[2] داشت. درحالی‌که Esteban (2005) *et al*. و Welker *et al*. (2007) تأثیر مثبت معنی‌داری بر رشد در نتیجه افزودن لاکتوفرین به

[1] $(CO3)^{-2}$

[2] Goldfish (*Carassius auratus*)

Archive of SID

www.SID.ir

جیره غذایی به ترتیب در ماهی سیم دریایی سرطلائی[1] و بچه ماهیان تیلاپیای نیل[2] مشاهده نکردند.

در این تحقیق با توجه به اهمیت محرک‌های رشد در افزایش کیفیت آبزی پروری و آسان و عملی بودن کاربرد آنها در مزارع پرورش آبزیان، خصوصاً از طریق آمیختن آنها با غذا، اثرات سطوح مختلف لاکتوفرین گاوی بر شاخص های رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

تهیه ماهی و طرح آزمایش

تعداد ۵۵۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نژاد فرانسوی با دامنه وزنی ۴۵-۳۵ گرم (میانگین وزن ۵±۴۰ گرم) از کارگاه تکثیر و پرورش قزل ماهی ارومیه تهیه و در مخازن مخصوص حمل ماهی محتوی اکسیژن به حوضچه‌های بتنی پژوهشکده آرتمیا و جانوران آبزی دانشگاه ارومیه محل انجام طرح تحقیقاتی منتقل شدند. بچه ماهیان منتقل شده جهت رفع استرس حمل و نقل، آداپتاسیون و رعایت اصول بهداشتی، به مدت یک هفته در شرایط قرنطینه قرار گرفتند.

جهت انجام این آزمایش ۶ تیمار مختلف غذایی و برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد. تعداد ۳۰ قطعه ماهی به صورت کاملاً تصادفی برای هر یک از تکرارها برداشت و در استخرهای بتنی با ظرفیت ۴۰۰ لیتر رهاسازی شدند. ماهیان به مدت یک ماه با تیمارهای غذایی به شرح زیر مورد تغذیه قرار گرفتند:

۱. غذای کنسانتره حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم لاکتوفرین در هر کیلوگرم غذا؛

۲. غذای کنسانتره حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم لاکتوفرین در هر کیلوگرم غذا؛

۳. غذای کنسانتره فاقد لاکتوفرین (تیمار شاهد).

مقادیر لاکتوفرین مورد استفاده بر اساس مطالعات انجام شده در ماهیان مختلف از جمله مطالعه Sakai *et al.* (1993) روی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، مطالعه Kumari *et al.* (2003) روی گربه ماهی آسیایی[3]، مطالعه El-Ashram (2008) *et al.* روی ماهی تیلاپیای نیل، مطالعه Yokoyama (2006) *et al.* روی ماهی هامور خالدار نارنجی[4] در نظر گرفته شد.

آب مورد نیاز تمام حوضچه‌های پرورشی به طور یکسان و از یک حلقه چاه تأمین گردید. مقادیر اکسیژن محلول، دما و pH آب به طور روزانه اندازه‌گیری گردید.

مقادیر شاخص‌های فیزیکوشیمیایی آب در طی دوره پرورش در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. مقادیر (میانگین ± انحراف از معیار) شاخص‌های فیزیکوشیمیایی آب استخرهای پرورشی در دوره آزمایش

شاخص	میانگین
اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)	۹/۵۱±۰/۵
دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۴/۱۵ ±۱
pH	۶/۰۷±۰/۵
دبی (لیتر در دقیقه)	۱۲/۵±۱

تهیه غذا و غذادهی

جهت تغذیه ماهیان از غذای تجاری به صورت پلت محصول شرکت اصفهان مکمل از نوع GFT[5]-1 با ترکیب غذایی شامل ۴۰ درصد

[1] Gilthead seabream (*Sparus aurata*)

[2] Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)

[3] Asian catfish- *Clarias batrachus*

[4] Orange-spotted grouper- *Epinephelus coioides*

[5] Growth Food of Trout

Archive of SID

www.SID.ir

پروتئین خام، ۱۴ درصد چربی، ۱۵ درصد کربوهیدرات، ۱۱ درصد خاکستر، ۴ درصد فیبر، ۱/۵ درصد مواد معدنی و ۱۱ درصد رطوبت استفاده شد. لاکتوفرین مورد استفاده از شرکت Biopolesa کشور بلژیک خریداری شد. برای اضافه کردن لاکتوفرین به غذای مورد استفاده، ابتدا میزان مورد نظر در آب حل و سپس روی غذا پاشیده شد. بعد از آن، غذا در محیط ضدعفونی شده خشک شد. غذای مورد نیاز روزانه در سه وعده و با توجه به سیری ظاهری ماهیان به آنها داده شد.

بررسی شاخص‌های رشد

در طول دوره پرورش هر ۱۰ روز یک‌بار، از هر تکرار تعداد ۱۰ قطعه ماهی به صورت تصادفی برداشته شدند و طول و وزن آنها تعیین شد. با در نظر داشتن افزایش وزن در فاصله هر دوره ۱۰ روزه میزان غذا برای ۱۰ روز بعدی محاسبه گردید. بر اساس نتایج حاصل از زیست‌سنجی این ماهیان و با استفاده از فرمول‌های زیر، شاخص‌های ضریب چاقی، نرخ رشد ویژه، میزان افزایش وزن بدن، میزان افزایش طول و ضریب تبدیل غذایی محاسبه شدند.

(TL)(cm) =(Lf-Li); (Wang *et al*., 2003)

که در آن TL طول کل، Lf طول نهایی و Li طول اولیه ماهی می‌باشند.

(WG)(g) = BWf−BWi; (Huang *et al*., 2008)

که در آن WG افزایش وزن، BWf وزن نهایی و BWi وزن اولیه ماهی می‌باشند.

نرخ رشد ویژه

SGR= (ln Wf-ln Wi)×100/t; (Huang *et al*., 2008)

که در آن Wf وزن نهایی، Wi وزن اولیه و t دوره رشد بر حسب روز می‌باشند.

ضریب تبدیل غذایی

FCR= f/(Wf-Wi); (Turchini *et al*., 2003)

که در آن f میزان غذای مصرفی، Wf وزن نهایی و Wi وزن اولیه می‌باشند.

ضریب چاقی

$CF=W/L^3\times100$; (Hang & Deng, 2002)

که در آن W وزن ماهی بر حسب گرم و L طول ماهی بر حسب سانتی‌متر می باشند.

تجزیه و تحلیل‌های آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با روش آنالیز واریانس یک طرفه و مقایسه میانگین شاخص‌های مورد بررسی با آزمون توکی، و با استفاده از نرم افزار $SPSSv_{15}$ ، انجام گرفت. در تمام بررسی‌ها سطح معنی‌دار بودن تفاوت‌ها $P\leq$۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های رشد در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، تیمار با ۲۰۰ میلی‌گرم لاکتوفرین در غذا دارای بالاترین میزان افزایش طول و اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد بود (P<۰/۰۵)، ولی افزایش طول ماهیان این تیمار با تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم لاکتوفرین اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵).

مقادیر افزایش طول در تیمارهای ۱۰۰ میلی‌گرم لاکتوفرین و شاهد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند (P<۰/۰۵). تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم لاکتوفرین دارای بالاترین ضریب چاقی بود، ولی اختلاف معنی‌داری را از نظر شاخص ضریب چاقی با سایر تیمارها نشان نداد (P>۰/۰۵) و در مجموع، تیمارها از نظر میزان ضریب چاقی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (P>۰/۰۵) (جدول ۲).

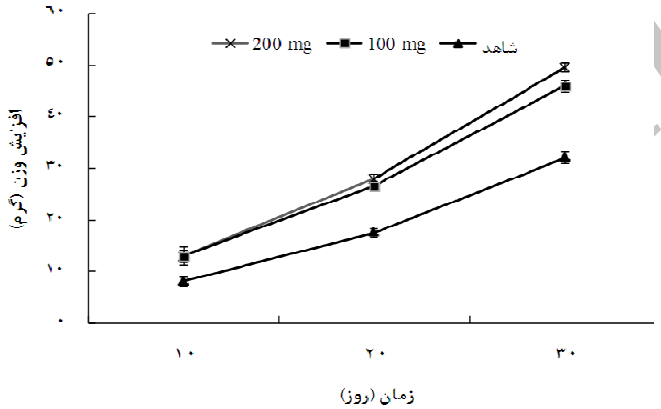
Archive of SID

www.SID.ir

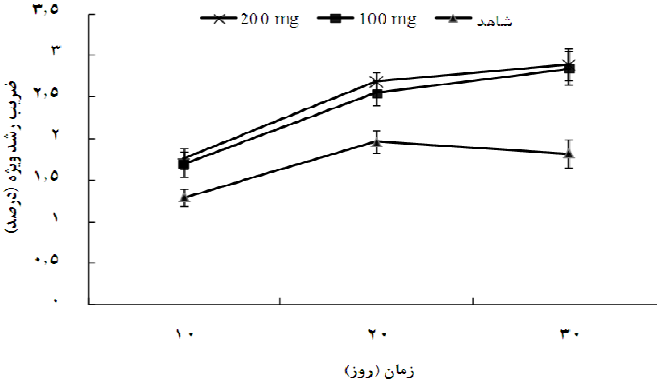
جدول ۲. مقادیر شاخص‌های رشد (میانگین ± انحراف‌معیار) در تیمارهای مختلف در پایان دوره پرورش

شاخص رشد	تیمار		
	۲۰۰ میلی‌گرم	۱۰۰ میلی‌گرم	کنترل
افزایش طول (سانتی‌متر)	۴/۸±۰/۳a	۴/۴±۰/۱a	۳/۶±۰/۱b
ضریب چاقی (درصد)	۱/۳۳±۰/۰۱a	۱/۳۷±۰/۰۱a	۱/۳۲±۰/۰۴a
افزایش وزن (گرم)	۴۹/۵±۴/۰۹ a	۴۶±۲ a	۳۲/۱±۴/۰۴ b
ضریب رشد ویژه (درصد)	۲/۶±۰/۱ a	۲/۵±۰/۰۷a	۱/۹±۰/۱ b
ضریب تبدیل غذایی	۱/۱۴±۰/۰۵ a	۱/۲۱±۰/۰۵ a	۱/۶±۰/۱ b

* در هر ردیف اعداد با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P<۰/۰۵$)



شکل ۱- مقایسه میانگین افزایش وزن بدن (گرم) تیمارهای آزمایشی در طول دوره پرورش



شکل ۲- مقایسه میانگین ضریب رشد ویژه تیمارهای آزمایشی در طول دوره پرورش

در طول دوره پرورش، افزایش قابل ملاحظه‌ای در وزن بدن ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی حاوی لاکتوفرین دیده شد (شکل ۱) و این افزایش در تیمارهای حاوی لاکتوفرین در جیره غذایی تقریباً مشابه، ولی با تیمار شاهد متفاوت بود ($P<۰/۰۵$). در پایان دوره پرورش، بیشترین و کمترین مقادیر افزایش وزن، به ترتیب در تیمارهای حاوی ۲۰۰ و صفر (شاهد) میلی‌گرم لاکتوفرین مشاهده شدند ($P<۰/۰۵$). تیمارهای حاوی سطوح مختلف لاکتوفرین معنی‌داری در

www.SID.ir

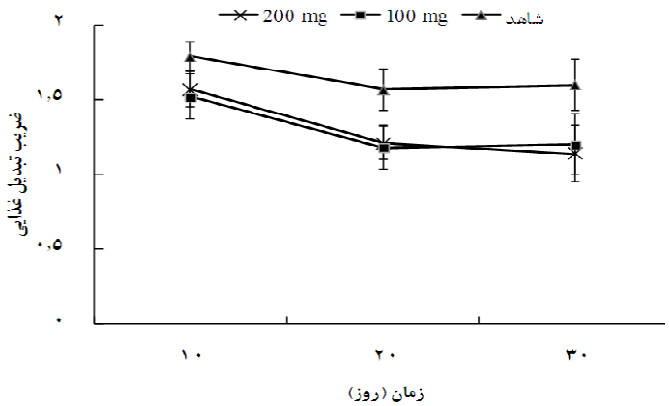
افزایش وزن نداشتند ($P>۰/۰۵$)، اما بین افزایش وزن در این تیمارها و تیمار شاهد تفاوت آماری معنی‌داری وجود داشت ($P<۰/۰۵$) (جدول۲).

در طول دوره پرورش تا روز بیستم، ضریب رشد ویژه در گروه‌های تغذیه شده با لاکتوفرین نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری بیشتر بود ($P<۰/۰۵$) و در پایان دوره پرورش اگرچه این شاخص در مقایسه با روز بیستم افزایش میزان را نشان داد، اما تغییرات آن فاقد اختلاف معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$) (شکل ۲).

به طور کلی، در تمام روزهای زیست‌سنجی، تیمارهای تغذیه شده با لاکتوفرین در مقایسه با تیمار شاهد، ضریب رشد ویژه بالاتری داشتند ($P<۰/۰۵$)، درحالی‌که تفاوت معنی‌داری در ضریب رشد ویژه بین دو تیمار تغذیه شده با لاکتوفرین مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$) (جدول۲، شکل ۲).

از روز دهم تا پایان دوره پرورش ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای تغذیه شده با لاکتوفرین به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). این کاهش تا روز بیستم قابل ملاحظه ($P<۰/۰۵$) و از روز بیستم تا پایان دوره فاقد تفاوت معنی‌دار بود ($P>۰/۰۵$) (شکل ۳).

با وجود آنکه تفاوت معنی‌داری در ضریب تبدیل غذایی تیمارهای تغذیه شده با سطوح مختلف لاکتوفرین مشاهده نگردید ($P>۰/۰۵$)، این تیمارها در مقایسه با گروه شاهد ضریب تبدیل غذایی پایین‌تری را نشان دادند ($P<۰/۰۵$).



شکل ۳- مقایسه میانگین ضریب تبدیل غذایی تیمارهای آزمایشی در طول دوره پرورش

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که استفاده از لاکتوفرین در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تاثیر مشخصی بر مقادیر رشد ویژه، میزان افزایش وزن، طول و کاهش ضریب تبدیل غذایی داشت. هر چند، افزودن لاکتوفرین موجب افزایش قابل توجه‌ای در میزان ضریب چاقی ماهیان نشد. در مطالعه Kakuta (1996) نیز مشخص شد که مصرف جیره‌های حاوی لاکتوفرین در مدت ۲۸ روز روی رشد ماهی طلایی تاثیر قابل ملاحظه‌ای داشته و میزان رشد در این ماهیان نسبت به تیمار شاهد بیشتر بوده است، ولی در بررسی Welker *et al.* (2007) افزودن لاکتوفرین به جیره غذایی ماهی تیلاپیای نیل افزایش معنی‌داری در رشد و میزان غذاگیری ماهی مشاهده نشد. Esteban *et al.* (2005) تاثیر استفاده از لاکتوفرین در طی دو هفته را بر نرخ رشد ویژه ماهی سیم دریایی سر طلایی مورد

www.SID.ir

بررسی قرار دادند، ولی تفاوت معنی‌داری در تیمارهای بررسی شده مشاهده نکردند. در مطالعه Yokoyama *et al.* (2006) استفاده از لاکتوفرین در طی یک دوره تغذیه ۳۰ روزه، روی درصد افزایش وزن بدن و میزان غذاگیری ماهی هامور خالدار نارنجی هیچ‌گونه تاثیر معنی‌داری نداشت. در این بررسی میزان غذادهی بر اساس درصد وزن بدن ماهی در نظر گرفته شده بود، در حالی که در مطالعه حاضر، تغذیه ماهی بر اساس سیری ظاهری صورت گرفت. با توجه به نامشخص بودن مکانیسم تاثیرگذاری لاکتوفرین بر شاخص‌های رشد، علاوه بر تاثیر مثبت لاکتوفرین بر بهبودی شاخص‌های تغذیه‌ای و افزایش اشتها Yokoyama *et al.* (2006) اظهار داشتند که احتمالاً لاکتوفرین به همراه عوامل ناشناخته‌ای که در غذای کنسانتره وجود دارد، ممکن است باعث بهبودی رشد در ماهی شود. با توجه به افزایش اشتها و میزان تغذیه ماهی در تیمارهای تغذیه شده با لاکتوفرین، به نظر می‌رسد که تغذیه بر اساس سیری ظاهری می‌تواند دلیلی برای توجیه بهبودی شاخص‌های رشد در مطالعه حاضر در مقایسه با سایر مطالعات مشابه باشد. با این حال می‌توان چنین بیان کرد که عواملی مانند گونه پرورشی، میزان لاکتوفرین مورد استفاده، شرایط پرورش، نوع غذا و روش غذادهی همگی در نتایج مختلف تاثیرگذار بوده‌اند.

اگرچه افزودن لاکتوفرین به غذای ماهیان موجب بهبود شاخص‌های رشد و تغذیه در سراسر دوره پرورش شد، اما این افزایش در برخی از شاخص‌های اندازه‌گیری شده در ۱۰ روز پایانی دوره، مشخص و معنی‌دار نبود. از این رو، می‌توان استفاده از میزان ۱۰۰ میلی‌گرم لاکتوفرین در جیره در مدت بیست روز را به عنوان روشی موثر و با هزینه کمتر برای افزایش رشد و بازدهی تولید ماهی قزل‌آلای رنگین کمان توصیه نمود.

بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه و مطالعات مشابه می‌توان انتظار داشت که کاربرد مکمل‌های مفید غذایی در پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در کشور بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد. همچنین، لازم است تا بررسی‌های تکمیلی برای مطالعه تأثیر استفاده از مقادیر دیگری از لاکتوفرین در جیره غذایی این ماهی و سایر ماهیان پرورشی در دوره‌های مختلف رشد آنها صورت پذیرد.

منابع

۱) فراهانی، ر.، ۱۳۸۳. راهنمای پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان. انتشارات نقش مهر: ۸-۷.

2) Chand R. K., Sahoo, P. K., Kumari, J., Pillai, B. R., and Mishra, B. K., 2006. Dietary administration of bovine lactoferrin influence the immune ability of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* and its resistance against *Aeromonas hydrophila* infection and nitrite stress. Fish and Shellfish Immunology, 21: 119-129.

3) El-Ashram, A. M. M., and El-Boshy, M. E., 2008. Assessment of dietary bovine lactoferrin in enhancement of immune function and disease resistance in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). 8_{th} International Symposium on Tilapia in Aquaculture Cairo, Egypt.

4) Esteban, M. A., Rodriguez, A., Cuesta, A., and Meseguer, J., 2005. Effects of Lactoferrin on non-specific immune response of gilthead seabream (*Sparus auratus*). Fish and shellfish Immunology, 18: 109-124.

5) FAO. 2002. The state of world fisheries and aquacultures. SOFIA, Rome, Italy, 150 p.

6) Gonzalez-Chavez, S. A., Arevalo-Gallegos, S., and Rascon-Cruz, Q., 2008. Lactoferrin: Structure, function and application. International Journal of Antimicrobial agents, 33 (4): 1-8.

Archive of SID

www.SID.ir

7) Hasan, M. R., 2002. Nutrition and feeding for sustainable aquaculture development in the third millennium. FAO Reports.
8) Hayashida, K., Kaneko, T., Takeuchi, T., Shimizu H., Ando, K., and Harada, E., 2004. Oral administration of lactoferrin inhibits inflammation and nociception in rat adjuvant-induced arthritis. Vet. Med. Sci., 2004 (66): 149-154.
9) Huang, S. S. Y., Fu, C. H. L., Higgs, D. A., Balfry, S. K., Schulte, P. M., and Brauner, C. J., 2008. Effects of dietary canola oil level on growth performance, fatty acid composition and ionoregulatory development of spring Chinook salmon par, *Oncorhynchus tshawytscha*. Aquaculture, 274: 109-117.
10) Kakuta, I., 1996. Protective effect of orally administered bovine lactoferrin against experimental infection of goldfish (*Carassius auratus*) with *Ichthyophthirius multifilis*. Suisanzoshoku, 44: 427-432.
11) Kamilya, D., Ghosh, D., bandyopadhyay, S., Mal, B. C., and Maita, T. K., 2006. In vitro effect of bovine lactoferrin, mushroom glucan and abrus agglutinin on Indian major carp (*Catla catla*) head kidney leukocytes Aquaculture, 253: 130-139.
12) Kumari J., Swain T., and Sahoo, P. K., 2003. Dietary bovine lactoferrin induces changes in immunity level and disease resistance in Asian catfish (*Clarias batrachus*). Veterinary Immunology and Immunopathology, 94: 1-9.
13) Reilly, A., and Keferstein, F., 1997. Food safety hazards and the application of the principles of the hazard analysis and critical control point (HACCP) for their control in aquaculture production. Aquaculture Research, 28: 735-752.
14) Sakai, M., Otubo, T., Atsuta, S., and Kobayashi, M., 1993. Enhancement of resistance to bacterial infection in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) by oral administration of bovine lactoferrin. J. Fish Dis, 16: 239–247.
15) Shan, T., Wang, Y., Liu, J., and Xu, Z., 2007. Effect of dietary lactoferrin on the immune function and serum iron level of weanling piglet. Animal Science, 16: 1-29.
16) Steijns, J. M., and Van Hooijdonk, A. C. M., 2000. Occurrence, structure, biochemical properties and technological characteristic of lactoferrin. British Journal of Nutrition, 84: 11-17.
17) Steijns, J. M., 2004. Technological properties and application of lactoferrin. IFT Annual Meeting, July 12-16.
18) Sukhoverkhov, F. M., 2006. The effect of cobalt, vitamin, tissue preparations and antibiotics on carp production. Retrieved from http://www.FAO.com/
19) Suzuki, Y A., Shin K., and Lonnerdal, B., 2001. Molecular cloning and functional expression of a human intestinal lactoferrin receptor. Biochemistr, 40: 15771-15779.
20) Turchini, G. M., Mentasti, T., Frøyland, L., Orban, E., Caprino, F., Moretti, V. M., and Valfr´e, F., 2003. Effects of alternative dietary lipid sources on performance, tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation capabilities and sensory characteristics in brown trout (*Salmo trutta* L.). Aquaculture, 225: 251–267.
21) Wang, X., Kim, K. W., and Bai, S. C., 2003. Comparison of L-ascorbyl-2-monophosphate- Ca with L-ascorbyl-2-monophosphate-Na/Ca on growth and tissue ascorbic acid concentration in Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*). Aquaculture, 225: 387-395.
22) Ward, P. P., and Conneely, O. M., 2004. Lactoferrin: Role in iron homeostasis and host defense against microbial infection. Biometals, 17: 203-208.
23) Welker, T. L., Lim, C., Yildirim-Aksoy, M., and Klesius, P. H., 2007. Growth, immune function, and disease and stress resistance of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fed graded levels of bovine Lactoferrin. Aquaculture, 262: 156-162.
24) Yokoyama, S., Koshio, S., Takakura, N., Oshida, K., Ishikawa, M., Gallardo, C. F., Catacutan, M. R., and Teshima, S., 2006. Effect of dietary bovine lactoferrin on growth response, tolerance to air exposure and low salinity stress conditions in orange

Archive of SID

www.SID.ir

scoiodes). Aquaculture, 255: 507-513. spotted grouper (*Epinephelu*

Archive of SID

www.SID.ir

A survey on the Effect of Bovine Lactoferrin on the Growth Parameters of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)

M. Lotfi[1*], N. Agh[2], M. Shamsaei[3], R. Malekzadeh viayeh[2], M. Mohammadi zadeh[4], and M. S. Jasour[5]

1*) Former M. Sc. Student, Fishery Department, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Corresponding Author: mansour_lotfi_424@yahoo.com
2) Assistant Professor, Artemia and Aquatic Animals Research Institute, Urmia University, Urmia, Iran.
3) Assistant Professor, Fishery Department, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4) Former M. Sc. Student, Fishery Department, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
5) Former M. Sc. Student, Fishery Department, Faculty of Natural Resources, Zabol University, Zabol, Iran.

Abstract

In this study, the effect of bovine lactoferrin (Lf) on growth parameters of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) were investigated. Fish with mean body weight of 40±5 g were fed for 30 days on three feeding regimes (1) commercial diet supplemented with 200 mg Lf/kg (2) commercial diet supplemented with 100 mg Lf/kg, (3) commercial diet without Lf. Growth and nutritional parameters were measured at the end of the experiment. Results revealed that the fish in all experimental treatments fed by LF, had significantly higher SGR, weight gain and lower FCR compared to the fish in control group ($P < 0.05$). Fish fed on the diet containing 200 mg LF/kg exhibited higher growth parameters except condition factor, but no significant differences were observed with the group fed on diet supplemented with 100 mg LF/kg ($P > 0.05$). The results indicated that use of 100 mg Lf/kg diet is highly recommended for feeding rainbow trout.

Keywords: Lactoferrin, Rainbow Trout, Feeding, Growth Parameters.

Archive of SID

www.SID.ir