اثر منبع روغن و مکمل‌های غذایی ال کارنیتین و راکتوپامین بر عملکرد رشد و برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

عباس احمدیان، سید محمد علی جلالی*، جواد پوررضا

*Fish.nutritionist@gmail.com

دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۳

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثرات دو منبع روغن در جیره غذایی با مکمل‌های ال کارنیتین و راکتوپامین بر عملکرد رشد و فراسنجه های بیوشیمیایی خون ماهی قزل آلای رنگین کمان، انجام گرفت. تعداد ۲۸۸ عدد ماهی قزل آلای رنگین کمان با میانگین (±SD) وزن اولیه ۹۰± ۵ گرم، در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۲×۲ به صورت کاملاً تصادفی به ۳۲ تانک فایبرگلاس اختصاص یافتند و به مدت ۸ هفته ۲ بار در روز و در حد سیری ظاهری با هشت جیره غذایی آزمایشی تغذیه شدند. جیره‌های آزمایشی شامل دو نوع روغن ماهی و سویا با دو سطح مکمل ال کارنیتین (صفر و یک گرم در کیلوگرم) و دو سطح راکتوپامین (صفر و ده میلی گرم در کیلوگرم) در جیره بود. در پایان آزمایش ضریب تبدیل خوراک، نرخ رشد ویژه، مصرف خوراک، افزایش وزن و فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون ماهی‌ها مانند آلبومین، پروتئین کل، تری گلیسرید، کلسترول و لیپوپروتئین با چگالی بالا اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که ضریب تبدیل خوراک ماهی‌ها تحت تاثیر نوع روغن و مکمل راکتوپامین قرار نگرفت اما افزودن ال کارنیتین به جیره، سبب کاهش معنی‌داری آن شد. افزودن ال کارنیتین و راکتوپا مین به جیره‌ی دارای روغن ماهی سبب بهبود معنی‌دار در ضریب تبدیل خوراک ماهی‌ها شد. روغن ماهی رشد ویژه ماهی را افزایش داد و بیشترین مقدار آن در تیمار غذایی دارای روغن ماهی با راکتوپامین مشاهده شد. افزایش وزن ماهی‌ها تحت تاثیر نوع روغن، مکمل‌های ال کارنیتین و راکتوپامین قرار نگرفت اما افزودن راکتوپامین به جیره دارای روغن ماهی سبب بهبود آن شد. راکتوپامین سبب کاهش تری گلیسرید، و ال کارنیتین سبب افزایش معنی‌دار آلبومین و لیپوپروتئین با چگالی بالا در سرم خون ماهی شد. بین منبع روغن و افزودن مکمل ال کارنیتین و راکتوپامین به جیره اثر متقابل معنی‌داری بر فراسنجه های سرم خون ماهی، به جز لیپوپروتئین با چگالی بالا، مشاهده شد. درمجموع نتایج این آزمایش نشان داد که پاسخ‌های فیزیولوژیکی و رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان به مکمل‌های غذایی ال کارنیتین و راکتوپامین تحت تأثیر منبع روغن جیره است.

لغات کلیدی : روغن ماهی، روغن سویا، ال کارنیتین، راکتوپامین، ماهی قزل آلای رنگین کمان

*نویسنده مسئول

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

ماهی منبع عالی از پروتئین و اسیدهای چرب غیر اشباع است که برای تغذیه و سلامتی انسان ارزش زیادی دارد. ماهی مانند سایر حیوانات برای تامین انرژی و اسیدهای آمینه ضروری خود به منابع غذایی نیاز دارد و علاوه بر این به یک منبع جیره ای از اسیدهای آمینه غیر ضروری یا پیش ساز آن برای ساخت پروتئین نیاز دارد (Halver & Hardy, 2002). اصلی ترین ماده مغذی انرژی زا در جیره ماهی، چربی است که موجب صرفه جویی درمصرف پروتئین می‌شود. بنابراین در آبزی پروری توجه ویژه‌ای به استفاده ازجیره‌های غنی از انرژی که دارای لیپید و چربی زیادی است می‌شود. این موضوع سبب تغییر متابولیسم اسید چرب و لیپید و سلامتی ماهی و نیز تغییر کیفیت طعم و ویژگی‌های گوشت ماهی برای مصرف کننده می‌شود (Halver & Hardy, 2002). ماهی قزل آلای رنگین کمان نیازمند اسید چرب امگا مثل اسیدهای چرب ضروری لینولنیک و لینولئیک در جیره غذایی است و فراهم کردن حدود یک درصد از اسیدهای چرب امگا-۳ در جیره‌هایی که دارای روغن‌هایی با منشاء حیوانی یا گیاهی است می تواند سبب رشد طبیعی ماهی قزل آلا شود (Ninawe & Khedkar ,2009). استفاده از روغن های گیاهی به جای روغن ماهی سبب کاهش اسیدهای چرب غیر اشباع سری امگا -۳ و اسیدهای چرب ایکوزاپنتانوئیک و داکوزاهگزانوئیک در بافت بدن ماهی قزل آلا می‌شود زیرا روغن‌های گیاهی در مقایسه با روغن ماهی مقدار کمتری اسیدهای چرب بلند زنجیر با چند پیوند دوگانه سری امگا -۳ دارند (Greene & Selivonchick, 1990) و ماهی منبع مناسبی از این اسیدهای چرب است (Moreno & Mitjavila, 2003).

ال کارنیتین یا گاما تری متیل بتاهیدروکسی بوتیرات، ماده ای مغذی غیر ضروری است که به صورت یک ترکیب شبه اسید آمینه‌ای نیز شناخته می‌شود. وظیفه اصلی ال کارنیتین انتقال اسیدهای چرب از غشای داخلی میتوکندری به محل بتا اکسیداسیون در ماتریکس میتوکندری است (Rassoul *et al*., 2005). مشخص شده است که این ترکیب انتقال و اکسیداسیون اسیدهای چرب بلند زنجیر را در میتوکندری ماهی قزل آلا افزایش می دهد، بنابراین مکمل کارنیتین در جیره می‌تواند با بهبود بازده استفاده از انرژی ناشی از اکسیداسیون لیپیدها، عملکرد ماهی در استفاده از پروتئین جیره را افزایش دهد (Ozorio *et al*., 2003). اثرات محرک رشد مکمل غذایی ال کارنیتین در تحقیقات مربوط به باس دریایی اروپایی (Santulli & D'Amelio,1986) و ماهی قزل آلای رنگین کمان (Jalali Haji-abadi *et al*., 2010) مشاهده شده است. از طرفی برخی محققین دیگر افزایش رشد ناشی از مکمل غذایی ال کارنیتین را در باس دریایی (Dias *et al*., 2001) ، ماهی قزل آلای رنگین کمان (Chatzifotis *et al*., 1997) و گربه ماهی کانال (Burtle & Liu., 1994) مشاهده نکردند. مشخص گردیده است که افزودن یک گرم ال کارنیتین به هر کیلوگرم از جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان سبب بهبود بازده و عملکرد ماهی می‌شود (Jalali Haji-abadi *et al*., 2010).

راکتوپامین یکی از فنل اتانول آمین های مصنوعی است که به علت میل ترکیبی زیاد آنها با گیرنده های بتا به عنوان ترکیبات محرک گیرنده بتا یا آگونیستهای بتا آدرنرژیک (β-Adrenergic agonists) شناخته می‌شوند. این ترکیبات دارای خصوصیت توزیع مجدد مواد مغذی هستند. بتا آگونیست‌ها از لحاظ ساختمانی شبیه به کاتاکول آمین‌های طبیعی مانند دوپامین، نوراپی نفرین و اپی نفرین هستند و قادر به تغییر توزیع نسبت انرژی مصرفی بین بافت های چربی و گوشت بوده و بنابراین سبب بهبود نسبت گوشت به چربی می شوند (Ricke *et al*., 1999). پژوهش های انجام شده در ارتباط با استفاده از محرک‌های بتا آدرنرژیک در گربه ماهی کانالی (*Ictalurus Punctatus*) (Mustin & Lovell, 1995) و ماهی قزل آلای رنگین کمان (Vandenberg & Moccia, 1998) نشان می‌دهد که اثرات آنابولیکی آنها بر ماهی کمتر از پستانداران است. در پژوهشی نشان داده شده است که استفاده از مکمل ال کارنیتین سبب افزایش غلظت سرمی کلسترول و تری گلیسرید خون ماهی قزل آلا شده و با افزایش سطح ال کارنیتین در جیره سطح پروتئین تام، گلوبولین و آلبومین سرم خونی ماهی روند افزایشی نشان داد (Jalali Haji-abadi *et al*., 2010). نتیجه پژوهش های قبلی نشان می دهد که استفاده از ال کارنیتین و راکتوپامین اثر متقابلی بر سطح تری گلیسرید

www.SID.ir

سرم خون ماهی ایجاد می کند بـه طـوری کـه اسـتفاده از راکتوپامین به تنهایی سطح تری گلیسـرید سـرم خـون را کـاهش داد امـا افـزودن ال کـارنیتین بـه جیـره دارای راکتوپامین سبب افزایش آن گردید (Jalali Haji-abadi *et al.*, 2010). به نظر می رسد پاسخ ماهی به راکتوپامین بستگی به مواد مغذی جیره و مقدار خـوراک دهـی دارد و وجود مقادیر کافی پروتئین درجیره غذایی ضروری است.

با توجه به اینکه روغن‌ها با منشـاء مختلـف دارای ترکیـب اسیدهای چرب متفاوتی هستند و ممکن است پاسخ ماهی تحت تأثیر نوع روغن مصرفی در جیره قرار بگیرد و نیـز بـا توجه به نقش ال کارنیتین در متابولیسم اسیدهای چرب و انتقـال آنهـا بـه میتوکنـدری (Simone & Famularo, 1997) و تـاثیر راکتوپـامین در لیپـولیز چربـی‌هـای بـدن (Dunshea., 1993)، پژوهش حاضر به منظور بررسی اثـر دو نـوع روغـن سـویا و مـاهی بـا و بـدون مکمـل‌هـای ال کارنیتین و راکتوپامین در ماهی قزل آلا انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش از فروردین ماه ۱۳۹۲ درمزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد به مدت ۱۰ هفته انجام گرفت. تعداد ۲۸۸ عدد ماهی قزل آلای رنگین کمان با میانگین (±SD) وزن اولیه۹۰ ± ۵ گرم به صورت انفرادی توزین و سپس به صورت تصادفی به ۳۲ عدد وان فایبرگلاس به حجم ۲۲۰ لیتر در سالن مسقف با سیستم نیمه مدار بسته در وان ها تقسیم شدند. وضعیت دمای آب به طور دائم اندازه گیری و در مدت انجام آزمایش در دامنه ۱۴-۱۲ درجه سانتیگراد قرار داشت. ویژگی‌های آب شامل pH با میانگین (±SD) ۷/۸۵ ±۰/۲ و غلظت یون آمونیوم۰/۶۱ ±۰/۰۵میلی‌گرم در لیتر و اکسیژن آن۶/۹ ± ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر در مدت انجام آزمایش بود. به منظور سازگاری ماهی‌ها با شرایط آزمایش، به مدت ۲ هفته با جیره شاهد دارای روغن ماهی و بدون مکمل‌های غذایی تغذیه، و پس از سازگاری، به مدت ۸ هفته با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. خوراک‌دهی درکل دوره به صورت دستی بر حسب اشتها (سیری ظاهری) به صورت روزانه در دو نوبت صبح و عصردرساعات ۹و۱۷انجام گرفت. به منظور تهیه جیره‌های آزمایشی از خوراک اکسترود شده تجاری GFT_1 شرکت فرادانه بدون روغن، به عنوان جیره پایه استفاده شد (جدول ۱). هشت جیره آزمایشی با دو نوع روغن ماهی و سویا (هر کدام به مقدار ۱۱درصد جیره)، دو سطح صفر و یک گرم ال کارنیتین (ال کارنیتین تارترات شرکت شهر دارو، L – Carnitine Tartrate) و دو سطح صفر و ۱۰ میلی‌گرم راکتوپامین هیدروکلراید در هر کیلوگرم جیره به جیره پایه اضافه شد (جدول ۱). در پایان آزمایش ماهی‌ها با تری کائین متان سولفونات (۱۰۰ میلی گرم در لیتر) بی هوش و زیست سنجی انفرادی آن‌ها شامل اندازه گیری طول استاندارد با دقت۰/۲ سانتیمتر و وزن ماهی با دقت ۰/۵ گرم انجام شد. سپس از هر وان ۳ ماهی به صورت تصادفی انتخاب و پس از خونگیری از ورید ناحیه دمی، وزن کبد و لاشه (با سر و بدون اندام های داخلی) هر ماهی اندازه‌گیری و ثبت شد. شاخص رشد ویژه (SGR: Specific Growth Rate) ، افزایش وزن، ضریب تبدیل خوراک، شاخص چاقی، شاخص کبدی و راندمان لاشه با استفاده از روابط زیر محاسبه شد.

شاخص رشدویژه: $SGR=(Lnw_2-Lnw_1)\times 100/T$

Lnw_1: لگاریتم طبیعی وزن اولیه ماهی (گرم)

Lnw_2: لگاریتم طبیعی وزن نهایی (گرم)

T: مدت انجام آزمایش (۵۶ روز)

افزایش وزن = وزن نهایی (گرم) – وزن اولیه(گرم)

ضریب تبدیل خوراک = خوراک مصرفی در طول دوره پرورشی(گرم) ÷ افزایش وزن ماهی (گرم)

شاخص چاقی (K): $K=(W/L^3)\times 100$؛ W وزن بدن(گرم) و L طول کل بدن(سانتیمتر)

شاخص کبدی:[وزن کبد(گرم)÷وزن کل بدن(گرم)]×۱۰۰

راندمان لاشه:[وزن لاشه(گرم)÷وزن کل بدن(گرم)]×۱۰۰

نمونه های خون پس از تشکیل لخته، به مدت ۱۰دقیقه در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد و با دور ۵۰۰۰ سانتریفیوژگردید. سرم جدا شده مربوط به ماهی‌های هر وان به نسبت مساوی مخلوط و در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری گردید تا غلظت کلسترول (به روش کلسترول اکسیداز)، تری گلیسرید (به روش لیپوپروتئین

Archive of SID

www.SID.ir

لیپاز)، پروتئین تام (به روش بیوره)، آلبومین (به روش بروموکروزل کربن) و لیپوپروتئین با چگالی بالا (به روش معرف آنزیمی کلسترول) به روش نورسنجی و با استفاده از کیت‌های درمان کاو و با دستگاه اسپکتوفتومتر اندازه گیری گردید (خواجه و پیغان،۱۳۸۶). گلوبولین با تفاضل آلبومین از پروتئین تام سرم خون محاسبه گردید. تمامی اندازه‌گیری‌های خون با دو تکرار انجام گرفت. داده های حاصل از آزمایش بااستفاده از برنامه SAS و رویه GLM به صورت آزمایش فاکتوریل بر اساس طرح کاملا تصادفی تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن درسطح احتمال۰/۰۵انجام شد.

جدول ۱: ترکیب جیره‌های آزمایشی با روغن‌های سویا و ماهی و مکمل‌های ال کارنیتین و راکتوپامین

جیره‌های آزمایشی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
نوع روغن	ماهی	سویا	ماهی	سویا	ماهی	سویا	ماهی	سویا
ال کارنیتین (گرم /کیلوگرم)	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱
راکتوپامین(میلی‌گرم/کیلوگرم)	۰	۰	۰	۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
اقلام جیره (گرم /کیلوگرم)								
جیره پایه[۱]	۸۸۶/۵	۸۸۶/۵	۸۸۶/۵	۸۸۶/۵	۸۸۶/۵	۸۸۶/۵	۸۸۶/۵	۸۸۶/۵
روغن ماهی	۱۱۰	۰	۱۱۰	۰	۱۱۰	۰	۱۱۰	۰
روغن سویا	۰	۱۱۰	۰	۱۱۰	۰	۱۱۰	۰	۱۱۰
ال کارنیتین[۲]	۰	۰	۲/۵	۲/۵	۰	۰	۲/۵	۲/۵
مکمل فاقد ال کارنیتین[۳]	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰
راکتوپامین (میلی‌گرم/کیلوگرم)	۰	۰	۰	۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
گچ	۲/۵	۲/۵	۱	۱	۲/۵	۲/۵	۱	۱
ترکیبات شیمیایی (٪)								
ماده خشک	۹۲/۱	۹۲/۲	۹۲/۱	۹۲/۲	۹۲/۲	۹۲/۰	۹۲/۱	۹۲/۱
پروتئین خام[۴]	۳۶/۹۵	۳۶/۹	۳۶/۹۵	۳۶/۹	۳۶/۹	۳۶/۹۵	۳۶/۹۵	۳۶/۹۵
چربی خام[۵]	۱۸/۵۲	۱۸/۵۲	۱۸/۵۲	۱۸/۵۲	۱۸/۵۲	۱۸/۵۲	۱۸/۵۲	۱۸/۵۲
خاکستر[۶]	۷/۶۳	۷/۶	۷/۶۵	۷/۶۴	۷/۶۴	۷/۶۳	۷/۶۲	۷/۶۵

۱. جیره پایه فاقد روغن دارای پودر ماهی، کنجاله سویا ، آرد گندم، مخمر ساکرومایسیز، کولین کلراید ، دی ال متیونین، لیزین هیدروکلراید، ویتامین C، مکمل ویتامین B کمپلکس، مکمل ویتامین E ، نمک، مکمل مواد معدنی، مکمل ویتامین، دی کلسیم فسفات و بایندر(ژلاتین).
۲. مخلوط ال کارنیتین دارای ۶۰ درصد ال کارنیتین تارترات (۴۰ درصد ال کارنیتین خالص).
۳. لاکتوز ، نشاسته ، سلولز میکروکریستال و استتارت منیزیم . ۴-۵-۶ –براساس ماده خشک

نتایج

ضریب تبدیل خوراک با افزودن یک گرم مکمل ال کارنیتین به کیلوگرم جیره، کاهش یافت. در صورتی که افزودن مکمل راکتوپامین تأثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل خوراک ماهی‌ها نداشت (F= 4.22, df= 1, p>0.05) (جدول۲). اثر متقابل نوع روغن و مکمل‌ها بر ضریب تبدیل خوراک تأثیر گذار بود (جدول۳). به طوری که بیشترین ضریب تبدیل خوراک در ماهی‌های تغذیه شده با جیره دارای روغن ماهی و روغن سویا بدون مکمل‌ها مشاهده شد. کمترین ضریب تبدیل خوراک در ماهی‌های تغذیه شده با جیره دارای روغن سویا به همراه مکمل ال کارنیتین بود (جدول۲). افزودن یک گرم مکمل ال کارنیتین به کیلوگرم جیره غذایی دارای روغن سویا و نیز روغن ماهی، سبب کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک ماهی‌ها شد(F= 6.25, df= 7, p≤0.05) (جدول۳). افزودن مکمل‌های ال کارنیتین و راکتوپامین به جیره غذایی دارای روغن ماهی، سبب کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک ماهی‌ها شد(F= 6.25, df= 7,

www.SID.ir
Archive of SID

($p\leq0.05$). مصرف روغن ماهی سبب افزایش معنی‌دار در مقدار رشد ویژه ماهی‌ها شد ($F=5.66, df=1, P\leq0.05$). در صورتی که مصرف مکمل‌های ال کارنیتین و راکتوپامین به تنهایی تأثیر معنی‌داری بر رشد ویژه ماهی‌ها نداشت ($F=1.22,F=1.99, df=1, p>0.05$) (جدول۲). بیشترین میزان رشد ویژه در ماهی‌های تغذیه شده با جیره دارای روغن ماهی به همراه مکمل راکتوپامین مشاهده شد. افزودن مکمل ال کارنیتین به جیره دارای روغن ماهی و روغن سویا سبب بهبود رشد ویژه شد، هرچند که این بهبود معنی‌دار نبود ($F=2.86, df=7, p>0.05$) (جدول۳). مصرف روغن ماهی سبب افزایش میزان خوراک در مقایسه با روغن سویا در ماهی قزل آلا شد (جدول۲) و افزودن یک گرم مکمل ال کارنیتین به کیلوگرم جیره غذایی ماهی،سبب کاهش معنی‌دار میزان مصرف خوراک شد ($F=25.85, df=1, p\leq0.05$). بیشترین میزان مصرف خوراک در ماهی‌های تغذیه شده با جیره دارای روغن ماهی بدون مکمل مشاهده شد وکمترین آن در ماهی‌های تغذیه شده با جیره دارای روغن سویا با مکمل ال کارنیتین و جیره دارای روغن ماهی با ال کارنیتین و راکتوپامین بود و افزودن هر دو مکمل ال کارنیتین و راکتوپامین به جیره دارای روغن ماهی سبب کاهش معنی‌دار در میزان مصرف خوراک شد($F=5.48, df=5.48, p\leq0.05$) (جدول۳). بیشترین افزایش وزن روزانه در ماهی‌های تغذیه شده با جیره دارای روغن ماهی با مکمل راکتوپامین بود، و کمترین میزان افزایش وزن در ماهی تغذیه شده با جیره دارای روغن ماهی بدون مکمل و جیره دارای روغن سویا بدون مکمل مشاهده شد. افزودن ده میلی گرم مکمل راکتوپامین به کیلوگرم جیره دارای روغن ماهی سبب افزایش در وزن روزانه ماهی شد (جدول۳).

در این تحقیق اثر نوع روغن، ال کارنیتین و راکتوپامین و همچنین اثر متقابل آنها بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون در ماهی قزل آلای رنگین کمان بررسی شد (جدول ۴ و ۵). استفاده از مکمل ال کارنیتین سبب افزایش سطح آلبومین و HDL سرم خون شد و استفاده از راکتوپامین باعث کاهش تری گلیسرید سرم خون گردید (جدول۴ و ۵). همچنین اثر متقابل روغن سویا با ال کارنیتین منجر به افزایش سطح آلبومین و تری گلیسرید سرم خون گردید (جدول۵). استفاده از مکمل راکتوپامین در جیره‌های حاوی روغن سویا منجر به افزایش سطح پروتئین کل و گلوبولین سرم خون شد (جدول۵). همچنین استفاده از روغن ماهی با ال کارنیتین و نیز روغن ماهی با راکتوپامین سبب کاهش سطح پروتئین کل، گلوبولین و آلبومین سرم خون گردید. مصرف روغن ماهی بدون مکمل سبب کاهش معنی‌دار سطح آلبومین، پروتئین کل، گلوبولین و تری گلیسرید سرم خون ماهی گردید و نیز افزایش سطح کلسترول سرم خون ماهی شد (جدول۴).

جدول۲: اثر نوع روغن و مکمل‌های ال کارنیتین و راکتوپامین بر عملکرد رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان

جیره‌های آزمایشی	افزایش وزن روزانه (گرم/ماهی)	مصرف خوراک روزانه (گرم / ماهی)	رشد ویژه (درصد)	ضریب تبدیل خوراک	شاخص کبدی (درصد)	راندمان لاشه (درصد)	شاخص چاقی (درصد)
سویا	۱/۲	۱/۲۷^{b}	۱/۰۳^{b}	۱/۰۷	۱/۰۹	۸۶/۷	۱/۸۵
ماهی	۱/۲۷	۱/۳۵^{a}	۱/۱^{a}	۱/۰۷	۱/۰۶	۸۶/۹	۱/۷۷
ال کارنیتین							
صفر(گرم درکیلوگرم)	۱/۲۱	۱/۴۱^{a}	۱/۰۵	۱/۱۸^{a}	۱/۰۶	۸۶/۹	۱/۸۶^{a}
یک (گرم در کیلوگرم)	۱/۲۶	۱/۲۱^{b}	۱/۰۸	۰/۹۶^{b}	۱/۰۹	۸۶/۶	۱/۷۲^{b}
راکتوپامین							
صفر(میلی گرم درکیلوگرم)	۱/۲۲	۱/۳۴	۱/۰۵	۱/۱۱	۱/۰۹	۸۷/۲^{a}	۱/۸۲

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۲:

ده (میلی گرم درکیلوگرم)	۱/۲۵	۱/۲۹	۱/۰۹	۱/۰۳	۱/۰۶	۸۶/۳^{b}	۱/۸۰
مجموع خطای معیارمیانگین	**۰/۰۶**	**۰/۰۵**	**۰/۴**	**۰/۰۵**	**۰/۷۴**	**۰/۴۸**	**۱/۰۷**
			سطح احتمال				
روغن	۰/۰۸۹۹۸	۰/۰۴۷۱	۰/۰۲۵۶	۰/۹۲۲۲	۰/۶۷۱۰	۰/۵۶۹۱	۰/۱۲۳۳
ال کارنیتین	۰/۲۲۳۱	۰/۰۰۰۱	۰/۲۸۱۱	۰/۰۰۰۱	۰/۶۳۳۴	۰/۲۹۶۲	۰/۰۳۷۸
راکتوپامین	۰/۳۹۲۹	۰/۲۱۲۴	۰/۱۷۰۸	۰/۰۵۰۹	۰/۵۳۴۸	۰/۰۰۸۶	۰/۶۸۹۳
روغن×ال کارنیتین	۰/۱۶۹۹	۰/۴۶۶۸	۰/۲۳۴۸	۰/۶۸۴۵	۰/۱۶۷۹	۰/۴۳۸۴	۰/۴۰۷۹
روغن ×راکتوپامین	۰/۰۳۱۰	۰/۲۲۸۴	۰/۰۷۷۴	۰/۰۰۶۶	۰/۵۰۳۴	۰/۲۸۷۶	۰/۶۵۸۳
ال کارنیتین× راکتوپامین	۰/۰۲۶۰	۰/۵۱۷۰	۰/۰۶۶۸	۰/۰۱۳۲	۰/۰۹۶۹	۰/۴۱۹۲	۰/۳۴۶۰
روغن×ال کارنیتین ×راکتوپامین	۰/۰۶۶۴	۰/۱۲۶۷	۰/۰۷۱۹	۰/۴۶۳۲	۰/۶۹۵۶	۰/۰۸۳۲	۰/۸۱۶۵

حروف متفاوت روی اعداد هرستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار (p≤۰/۰۵)می باشد.

جدول۳: اثرات متقابل جیره‌های غذایی دارای نوع روغن متفاوت با مکمل‌های ال کارنیتین و راکتوپامین بر عملکرد رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان

اثرات متقابل	افزایش وزن روزانه (گرم / ماهی)	مصرف خوراک (گرم / ماهی)	رشدویژه (درصد)	ضریب تبدیل خوراک	شاخص کبدی (درصد)	راندمان لاشه (درصد)	شاخص چاقی (درصد)
روغن سویا	۱/۱۶^{b}	۱/۴۰^{abc}	۱/۰۰۹^{b}	۱/۲۱^{a}	۱/۰۸	۸۷/۲۵^{a}	۱/۸۴
روغن ماهی	۱/۱۱^{b}	۱/۵۰^{a}	۱/۰۰۵^{b}	۱/۳۵^{a}	۰/۹۹	۸۷/۴۲^{a}	۱/۹۵
روغن سویا باال کارنیتین	۱/۳^{ab}	۱/۱۴^{d}	۱/۰۷۷^{ab}	۰/۹^{c}	۱/۱۰	۸۷/۵۲^{a}	۱/۷۴
روغن سویا با راکتوپامین	۱/۱۱^{b}	۱/۳۱^{bcd}	۰/۹۹۷^{b}	۱/۱۷^{ab}	۱/۱۵	۸۶/۷۹^{a}	۱/۷۶
روغن ماهی باال کارنیتین	۱/۳^{ab}	۱/۲۱^{bcd}	۱/۱۲^{ab}	۱/۰۰^{bc}	۱/۲۰	۸۶/۹۹^{a}	۱/۷۴
روغن ماهی با راکتوپامین	۱/۴۴^{a}	۱/۴۳^{ab}	۱/۲^{a}	۰/۹۹^{bc}	۱/۰۴	۸۶/۴۷^{a}	۱/۸۹
روغن سویا با ال کارنیتین و راکتوپامین	۱/۲۱^{b}	۱/۲۳^{cd}	۱/۰۶۳^{b}	۱/۰۲^{bc}	۱/۰۳	۸۵/۲۵^{b}	۱/۷۳
روغن ماهی با ال کارنیتین و راکتوپامین	۱/۲۵^{ab}	۱/۱۷^{d}	۱/۰۹۶^{ab}	۰/۹۴^{c}	۱/۰۲	۸۶/۷۳^{a}	۱/۸۰

حروف متفاوت روی اعداد هرستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار (p ≤۰/۰۵)می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۴: اثرنوع روغن و مکمل ال کارنیتین وراکتوپامین بر فراسنجه های سرم خون ماهی قزل آلای رنگین کمان

جیره‌های آزمایشی /فراسنجه	آلبومین (گرم در دسی لیتر)	پروتئین کل (گرم در دسی لیتر)	گلوبولین (گرم در دسی لیتر)	کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر)	تری گلیسرید (میلی گرم در دسی لیتر)	HDL[1] (میلی گرم در دسی لیتر)
اثرات اصلی						
نوع روغن						
سویا	۲/۰۲^{a}	۵/۴۵^{a}	۳/۴۳^{a}	۳۱۰/۲^{b}	۳۲۹/۷۱^{a}	۶۱/۵۶
ماهی	۱/۸۰ ^{b}	۴/۴۸^{b}	۲/۸۲^{b}	۳۵۸/۹^{a}	۲۵۵/۵۷^{b}	۶۱/۲۲
ال کارنیتین						
صفر(گرمدرکیلوگرم)	۱/۸۲^{b}	۵/۱۳	۳/۲۱	۳۲۹/۱۷	۲۹۶/۵۹	۵۷/۱۲^{b}
یک (گرم درکیلوگرم)	۱/۹۹^{a}	۴/۷۸	۳/۰۳	۳۴۰/۰۶	۲۸۸/۶۹	۶۵/۶۹^{a}
راکتوپامین						
صفر(میلی گرم درکیلوگرم)	۱/۹۰	۴/۸۸	۳/۰۶	۳۱۴/۸۷	۳۳۱/۲۸^{a}	۶۱/۰۵
ده (میلی گرم درکیلوگرم)	۱/۹۱	۵/۰۳	۳/۱۹	۳۵۴/۳۶	۲۵۴/۰۰^{b}	۶۱/۸۰
مجموع خطای معیارمیانگین	**۰/۰۶**	**۰/۲۷**	**۰/۲۴**	**۲۵/۷۶**	**۳۱/۰۶**	**۵/۱۹**
منابع تغییرات	سطح احتمال					
روغن	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۳۶	۰/۰۲۷۰	۰/۰۰۷۰	۰/۹۳۳۳
ال کارنیتین	۰/۰۰۳۶	۰/۰۵۹۸	۰/۳۳۵۰	۰/۴۷۷۰	۰/۵۸۲۴	۰/۰۴۱۲
راکتوپامین	۰/۹۱۹۹	۰/۳۰۳۹	۰/۴۲۳۲	۰/۰۵۰۲	۰/۰۰۳۲	۰/۹۷۵۴
روغن×ال کارنیتین	۰/۱۲۶۰	۰/۱۹۵۸	۰/۰۷۹۴	۰/۰۰۹۴	۰/۰۰۲۳	۰/۱۶۹۴
روغن ×راکتوپامین	۰/۰۰۲۹	۰/۵۹۳۴	۰/۳۳۲۷	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۱	۰/۶۰۰۴
ال کارنیتین×راکتوپامین	۰/۸۳۶۴	۰/۳۷۷۳	۰/۷۹۸۷	۰/۵۷۸۷	۰/۸۴۶۶	۰/۹۷۹۵
روغن×ال کارنیتین×راکتوپامین	۰/۰۰۰۱	۰/۰۴۳۳	۰/۳۵۷۲	۰/۳۹۲۰	۰/۴۲۵۰	۰/۵۶۶۵

حروف متفاوت روی اعداد هرستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) می باشد. ۱-لیپوپروتئین باچگالی بالا

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۵: اثرات متقابل جیره‌های غذایی دارای نوع روغن متفاوت با مکمل‌های ال کارنیتین و راکتوپامین بر فراسنجه های سرم خون

جیره‌های آزمایشی	آلبومین (گرم در دسی لیتر)	پروتئین کل (گرم در دسی لیتر)	گلوبولین (گرم در دسی لیتر)	کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر)	تری گلیسرید (میلی گرم در دسی لیتر)	HDL[1] (میلی گرم در دسی لیتر)
روغن سویا	۱/۹۴^{cd}	۵/۰۹^{bc}	۳/۱۴^{ab}	۲۹۳/۹۶^{bc}	۴۱۶/۴۷^{ab}	۵۷/۸۳
روغن ماهی	۱/۷۱^{e}	۴/۸۷^{bcd}	۳/۱۵^{ab}	۳۱۳/۹۳^{bc}	۲۷۰/۲۰^{cde}	۵۶/۴۳
روغن سویا با ال کارنیتین	۲/۲۳^{a}	۵/۵۳^{ab}	۳/۴۴^{a}	۳۶۳/۷۶^{b}	۴۷۹/۲۲^{a}	۶۳/۱۳
روغن سویا باراکتوپامین	۲/۰۱^{bc}	۶/۰۷^{a}	۳/۶۷^{a}	۲۴۷/۲۰^{c}	۱۶۴/۱۸^{f}	۶۲/۳۳
روغن ماهی با ال کارنیتین	۱/۷۴^{de}	۳/۹۸^{d}	۲/۴۵^{b}	۲۸۸/۴^{bc}	۱۷۹/۶۱^{ef}	۶۸/۹۰
روغن ماهی با راکتوپامین	۱/۶۳^{e}	۴/۷۳^{bcd}	۲/۹۹^{ab}	۴۶۶/۶۷^{a}	۳۴۴/۳۱^{bc}	۵۱/۹۹
روغن سویا باال کارنیتین و راکتوپامین	۱/۸۳^{cde}	۵/۲۷^{ab}	۳/۵۳^{a}	۳۲۹/۷۰^{bc}	۲۷۶/۶۷^{cd}	۶۳/۱۳
روغن ماهی با ال کارنیتین و راکتوپامین	۲/۱۶^{ab}	۴/۳۱^{cd}	۲/۵۴^{b}	۳۸۲/۱۰^{ab}	۲۲۳/۲۷^{def}	۶۹/۳۰

حروف متفاوت روی اعداد هرستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) می باشد. ۱-لیپوپروتئین باچگالی بالا

بحث

اثر مثبت ال کارنیتین بر رشد ماهی در نتیجه بهبود استفاده ازغذا (افزایش راندمان تبدیل غذایی) و احتمالاً تحریک عمل صرفه جویی در مصرف پروتئین به علت افزایش انرژی حاصل شده از چربی است (جلالی حاجی آبادی.، ۱۳۸۷). احمدی فکجور و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی تأثیر سطوح مختلف چربی های گیاهی و جانوری برعملکرد رشد و برخی شاخص های بیوشیمیایی فیل ماهی (*Huso huso*)، با میانگین وزن ۲۱۵ گرم که از پنج جیره مختلف که درآن از روغن ماهی و روغن سویا با دو سطح مختلف (۱۷/۴ و ۵/۳۵ درصد) و یک جیره بدون استفاده از هیچ روغنی تهیه شده بود مشاهده کردند که ماهیانی که از جیره دارای روغن ماهی با سطح ۱۷/۴ درصد استفاده کردند، بیشترین نرخ رشد ویژه و بیشترین افزایش وزن بدن را نشان دادند که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد (جدول ۲). اکسیداسیون چربی بالاترین و بهترین بازده انرژی به ازای هر واحد از وزن خوراک را فراهم می‌کند و کارنیتین، اکسیداسیون چربی را تحریک می‌کند. بنابراین افزودن کارنیتین به جیره غذایی ماهی می تواند اثرات صرفه جویی مصرف پروتئین به وسیله چربی را افزایش داده و سبب رشد بیشتر در اثر مصرف جیره‌هایی با پروتئین کمتر شود. برای پرهیز از تجمیع لیپیدها، مکمل غذایی کارنیتین ممکن است برای تحریک اکسیداسیون اسیدهای چرب و تنظیم لیپولیز به کار رود (Ozorio *et al*., 2003). تحقیقی که به بررسی اثرهای مکمل ال کارنیتین (۱۰۰۰ میلی گرم درکیلوگرم) درجیره غذایی گربه ماهی انگشت قد با سطوح مختلف لیزین انجام گرفت نشان داد که هرچند کارنیتین تأثیری بر رشد ندارد اما مقدار لیپید کبد و ماهیچه را کاهش می‌دهد (Burtle & Liu, 1994). بررسی تأثیر ال کارنیتین بر رشد بچه ماهیان انگشت قد قزل آلای رنگین کمان درمقادیر صفر ، ۱ ،۲و ۴ گرم ال کارنیتین در هر کیلوگرم خوراک نشان داده که ال کارنیتین روی رشد قزل آلای رنگین کمان تأثیری ندارد (Chatzifotis *et al*., 1997) که با نتایج این آزمایش تطابق نداشت زیرا مکمل ال کارنیتین سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک ماهی شد (جدول ۲). استفاده از سطوح صفر ، ۱ و ۲ گرم ال کارنیتین درکیلوگرم غذای ماهی قزل آلای رنگین کمان با میانگین وزن ۱۳۰ گرم به مدت ۱۰ هفته نشان داد که افزایش وزن، رشد ویژه ماهی‌هایی که از سطح یک گرم ال کارنیتین درجیره استفاده کردند نسبت به ماهی‌های گروه شاهد بهبود داشته است و ضریب تبدیل خوراک آنها در مقایسه با گروه شاهد کاهش یافت و شاخص های چربی شکمی ماهی‌هایی که ازسطح ۲ گرم ال کارنیتین مصرف کرده

www.SID.ir
Archive of SID

بودند کاهش یافت (جلالی حاجی آبادی، ۱۳۸۷)، که کاهش ضریب تبدیل خوراک این پژوهش با پژوهش حاضر مطابقت دارد. یکی از دلایلی که امکان دارد ماهی‌ها به ویژه ماهی‌های کف زی مانند فیل ماهی پاسخ کمتری به ال کارنیتین بدهد این است که هرچه حلالیت ال کارنیتین درآب بیشتر باشد امکان ازدست خارج شدن آن برای این ماهی‌ها بیشتراست زیرا مدت زمان بیشتری طول می کشد تا غذا توسط ماهی خورده شود. باتوجه به تحقیق حاضر و دیگر تحقیقات مشخص می‌شود که اثرات مثبت ال کارنیتین در اثر بهبود استفاده از خوراک به احتمال زیاد نقش صرفه جویی در مصرف پروتئین می‌باشد. نتایج متفاوت در ارتباط با افزودن مکمل ال کارنیتین به جیره ماهی قزل آلا ممکن است مربوط به ترکیب جیره غذایی از نظر اسیدهای آمینه لیزین و متیونین به عنوان پیش سازهای ال کارنیتین، نوع روغن و ترکیب اسیدهای چرب جیره، اندازه ماهی و نیز نوع و سطح مکمل ال کارنیتین استفاده شده باشد. یکی از مشخص ترین اثرات محرکهای بتا درحیوانات اهلی افزایش توده ماهیچه ای است (Moloney *et al*., 1991). افزایش رشد پروتئینی ماهیچه می‌تواند در اثر تغییرات در میزان ساخت پروتئین، میزان تجزیه آن و یا هر دو باشد. در همین ارتباط راکتوپامین تثبیت نیتروژن و سنتز پروتئین را افزایش داده و دومین اثر مشخص شده محرک های بتا کاهش توده چربی لاشه است (Moloney *et al*., 1991). سطح استفاده از این ترکیبات بر پاسخ حیوان نیز تأثیر می گذارد. Vandenberg و همکاران (۱۹۹۸) در بررسی اثر بتاآدرنرژیک آگونیست ها بر ماهی قزل آلامشاهده کردند که مصرف راکتوپامین درسطح ۱۰ میلی گرم درکیلوگرم جیره سبب بهبود رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان می‌شود و سطوح بالاتر آن تأثیری ندارد که با نتایج این آزمایش تطابق ندارد. زیرا مقادیر زیاد بتا آگونیستها سبب تغییر گیرنده های بتا و تنظیم زیرین[1] فراوانی mRNA گیرنده های بتا می‌شود به طور مشخص فنل اتانول آمینها درحیوانات مسن و سنگین پاسخ بهتری را سبب می‌شود (Moloney *et al*.,1991).

به نظر می رسد که اثرات مکمل‌های ال کارنیتین و راکتوپامین درجهت تغییر فرآیند متابولیسم مواد مغذی در بدن ماهی است. مهمترین تأثیر نوع روغن بر آلبومین، پروتئین کل، گلوبولین، کلسترول و تری گلیسرید سرم خون ماهی است. افزایش آلبومین سرم خون ماهی‌هایی که از ال کارنیتین درجیره خود استفاده کرده‌اند در پاسخ به افزایش انتقال اسیدهای چرب از بافت‌ها برای فرآیند اکسیداسیون می‌باشد و افزایش دیگر پروتئین‌های خون مانند گلوبولین و پروتئین کل ممکن است نشان دهنده اثرصرفه جویی مصرف پروتئین توسط بتا اکسیداسیون اسیدهای چرب باشد که سبب ساخت بیشتر پروتئین در سرم خون می‌شود (Rodnick & Williams,1999).

Esteve-Garcia و Crespo (۲۰۰۱) علت اصلی افزایش کلسترول و HDL را وجود اسیدهای چرب امگا-۳ در روغن ماهی گزارش کردند. Gibson و Farrell (۱۹۹۰) گزارش کردند اسیدهای چرب امگا-۳ به خصوص اسید ایکوزاپنتانوئیک و اسید داکوزاهگزانوئیک در روغن ماهی با کاهش سطوح لیپوپروتئین باچگالی بسیار پایین (VLDL) در خون موجب کاهش چرخش آزاد غلظت لیپوپروتئین باچگالی پایین (LDL) (که معمولاً به بافت برای ذخیره چربی رها شده و یا مستقیماً در سرخرگها رسوب می کند) در خون شده و باعث سنتز تری گلیسرید در کبد می‌شود. نتایج مطالعات Babalola و همکاران (۲۰۰۹) بر روی ماهی *Heterobranchus longifilis* نشان داد، کلسترول به میزان قابل ملاحظه‌ای در ماهیانی که با خوراک‌های دارای روغن آفتابگردان تغذیه شده بودند، نسبت به خوراک های دارای روغن ماهی بیشتر بوده و پیشنهاد کردند جهت متعادل نمودن غلظت کلسترول خون ماهیان، بخشی از منابع روغن گیاهی با منابع روغن جانوری جایگزین شود. در تحقیق Jalali Haji-Abadi و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی اثر مکمل ال کارنیتین بر فراسنجه های خونی ماهی قزل آلا مشخص گردید که مصرف ال کارنیتین سبب کاهش تری گلیسرید سرم خون می‌شود (جدول۴). لیپوپروتئین با چگالی بسیار

[1] - Down regulation

Archive of SID

www.SID.ir

پایین (VLDL) در سرم خون نقش ناقل تری گلیسرید از کبد به بافت ها را داشته، در حالی که آلبومین نقش اتصال اسیدهای چرب غیر استریفیه و انتقال و جابجایی آنها در بین بافت های بدن را دارد. بنابراین تغییر سطح این متابولیت ها در خون ممکن است مربوط به تغییر در فرایند سوخت و ساز بدن باشد. افزایش آلبومین سرم خون در ماهی‌هایی که از ال کارنیتین در جیره غذایی خود استفاده کرده اند ممکن است در پاسخ به افزایش انتقال اسیدهای چرب از بافت ها جهت فرآیند اکسیداسیون باشد (Rodnick & Williams,1999). نتیجه پژوهش های قبلی نشان می دهد که استفاده از ال کارنیتین و راکتوپامین بر سطح تری گلیسرید سرم خون ماهی اثر دارد به طوری که استفاده از راکتوپامین به تنهایی سطح تری گلیسرید سرم خون را کاهش داد اما افزودن ۲ گرم ال کارنیتین به کیلوگرم به جیره دارای راکتوپامین سبب افزایش آن گردید (Jalali Haji-abadi *et al*., 2010) که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد. Kheiri و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که میزان تری گلیسرید و گلوبولین سرم خون جوجه های گوشتی با افزایش مصرف راکتوپامین کاهش، ولی آلبومین سرم خون جوجه‌ها افزایش یافت که دلیل تفاوت ممکن است به دلیل ترکیب جیره غذایی، نوع روغن مصرفی، میزان مصرف مکمل و نوع حیوان آزمایشی باشد. در بررسی اثرات اصلی، افزودن ۱۰ میلی گرم راکتوپامین در کیلوگرم جیره‌های غذایی سبب کاهش تری گلیسرید سرم خون گردید که با افزودن یک گرم مکمل ال کارنیتین سبب افزایش در غلظت سرمی آن شد به طوری که بیشترین مقدار تری گلیسرید در ماهی‌هایی که ازجیره دارای روغن سویا به همراه یک گرم مکمل ال کارنیتین مشاهده شد و بیشترین مقدار کلسترول درتیمار روغن ماهی به همراه ۱۰ میلی گرم راکتوپامین مشاهده گردید (جدول ۵). اما در تحقیق جلالی حاجی آبادی (۱۳۸۷) مشخص گردید که راکتوپامین تأثیری بر کلسترول و تری گلیسرید سرم خون نداشت که این تفاوت ممکن است مربوط به ترکیب روغن جیره غذایی باشد زیرا در آن پژوهش از مخلوط روغن سویا و ماهی به نسبت مساوی در جیره‌ها استفاده شد. باتوجه به نتایج این پژوهش مشخص گردید که مصرف روغن ماهی بدون مکمل ال کارنیتین سبب کاهش آلبومین، پروتئین کل، گلوبولین، تری گلیسرید و افزایش سطح کلسترول سرم خون ماهی قزل آلا شد. مصرف روغن سویا بدون مکمل سبب افزایش سطح آلبومین، پروتئین کل، گلوبولین،تری گلیسرید وکاهش سطح کلسترول سرم خون ماهی قزل آلا شد. همچنین افزودن مکمل راکتوپامین به جیره غذایی دارای روغن سویا سبب کاهش کلسترول و تری گلیسرید سرم خون ماهی شد. در بررسی اثرات متقابل نوع روغن ومکمل ال کارنیتین وراکتوپامین بر عملکرد ماهی قزل آلای رنگین کمان در آزمایش حاضر مشاهده شد که افزایش وزن، رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، مصرف خوراک و راندمان لاشه تحت تأثیر قرار گرفت. درصورتی که شاخص چاقی و شاخص کبدی در این آزمایش تحت تأثیر نوع جیره غذایی قرار نگرفت. هرچند که شاخص های رشد ماهی به حضور همزمان نوع روغن و مکمل‌های ال کارنیتین و راکتوپامین پاسخ نداد، اما می توان با تغییر مقدار و نوع روغن مصرفی، میزان مصرف مکمل‌ها و افزایش مدت زمان آزمایش سبب پاسخ بهترعملکردی رشد ماهی‌ها شد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، مشخص شد که پاسخ ماهی قزل آلای رنگین کمان به مکمل غذایی ال کارنیتین و راکتوپامین به طور مجزا و تؤام، تحت تأثیر نوع روغن جیره غذایی است، به طوری که پاسخ عملکردی و فیزیولوژیکی این ماهی، به مکمل‌های فوق الذکر تحت تأثیر روغن ماهی و سویا و به دنبال آن ترکیب اسیدچرب آنهاست.

تشکر و قدردانی

از مدیریت شرکت فرادانه (تولید کننده خوراک آبزیان) و مهندس فرود یدالهی، برای همیاری در اجرای این پژوهش تقدیر می‌گردد.

منابع

احمدی فکجور، ح.، ارشاد لنگرودی، ه. و طلوعی گیلانی، م.ح.، ۱۳۸۷. مقایسه و تأثیرسطوح مختلف چربیهای گیاهی وجانوری برعملکرد رشد و برخی شاخص های بیوشیمیایی فیل ماهی(*Huso huso*). مجله شیلات. سال سوم. شماره دوم.

جلالی حاجی آبادی، س.م.ع.، ۱۳۸۷. اثرمکمل ال کارنیتین و راکتوپامین بر ماهی قزل آلای رنگین

www.SID.ir
Archive of SID

کمان (*Oncorhynchus mykiss*). پایان نامه دکتری تخصصی دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحدعلوم وتحقیات تهران.

خواجه، غ. و پیغان، ر.، ۱۳۸۶. بررسی برخی فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون ماهی قزل آلای رنگین کمان پرورش یافته در استخرهای خاکی. مجله تحقیقات دام پزشکی. ۳: ۱۹۷-۲۰۳.

Babalola, T.O.O., Adebayo, M.A., Apata, D.F. and Omotosho, J.S., 2009. Effect of dietary alternative lipid sources on haematological parameters and serum constituents of *Heterobranchus longifilis* fingerlings. Tropical Animal Health and Production, 41, 371-373.

Burtle, G.J. and Liu, Q., 1994. Dietary carnitine and lysine affect channel catfish lipid and protein composition. Journal of the World Aquaculture Society, 25, 169-174.

Chatzifotis, S., Takeuchi, T., Watanabe,T. and Satoh, S., 1997. The effect of dietary carnitine supplementation on growth of rainbow trout fingerlings. Fish science, 63, 321-322.

Crespo, N. and Esteve-Garcia, E., 2001. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. Poultry Science, 80, 71-78.

Dias, J., Arzel, J., Corraze, G. and Kaushik, S.J., 2001. Effect of dietary l-carnitine supplementation on growh and lipid metabolism in European seabass (*Dicentrachus labrax*). Aquaculture Research, 32, 206-215.

Dunshea, F.R., 1993. Effect of metabolism modifiers on lipid metabolism in the pig. Journal of Animal Science, 71, 1966-1977.

Farrell, D.J. and Gibson, R.A., 1990. Manipulation of the composition of lipids in eggs and poultry. Proceeding of the Inaugural Massey Pig and Poultry Symposium, Massey University, New Zealand, pp.164-179.

Greene, D.H.S. and Selivonchick, D.P., 1990. Effects of dietary vegetable, animal and marine lipids on muscle lipid and hematology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 89, 165–182.

Halver, J.E. and Hardy, R.W., 2002. Fish nutrition. Third Edition. Academic Press. Elsevier Science. San Diego, California, 824P.

Jalali Haji-abadi, S.M.A., Mahboobi-sofiani, N., Sadegi, A.A., Chamani, M. and Riazi, G.H., 2010. Effects of supplemental dietary L-carnitine and ractopamin on the performance of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Research, 103, 1582-1591.

Kheiri, F., Pourreza, J., Ebrahimnezhad, Y., Nazeradl, K. and Jalali Haji-abadi, S.M.A., 2011. Effects of supplemental ractopamine and L-carnitine on growt performance, blood biochemical parameters and carcass traits of male broiler chicks. African Journal of Biotechnology, 10(68), 15450-15455.

Moloney, A., Allen, P., Joseph, R. and Tarrant, V., 1991. Growth regulation in

Archive of SID

www.SID.ir

Chemie. Chemical Monthly, 136, 1501-1507.

Ricke, E., Smith, D.J., Feil, V.J., Larsen, G.L. and Caton, J.S., 1999. Effects of ractopamine HCL stereoisomers on growth, nitrogen retention, and carcass composition in rats. Journal of Animal Science, 77, 701-707.

Rodnick, K.J. and Williams, S.R., 1999. Effects of body size on biochemical characteristics of trabecular cardiac muscle and plasma of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Comparative Biochemistry and Physiology Part A, 122, 407-413.

Santulli, A. and D'Amelio V., 1986. The effects of carnitine on the growth of sea bass *(Dicentrarchus labrax* L). fry. Journal of Fish Biology, 28, 81-86.

Simone, C.D. and Famularo, G., 1997. Carnitine today, Eds. Claudio De Simone and Giuseppe Famularo, The Role of Carnitine in Cell Metabolism. Chapter 6. pp. 1-37.

Vandenberg, G.W. and Moccia, R.D., 1998. Growth performance and carcass composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss)* (Walbaum), fed the *β*- agonists ractopamine. Aquaculture Research, 29, 469-479.

farm animals. Advances in meta research. *In*: Pearson AM, Dutson TR (Eds) Growth regulation in farm animals. 7. Elsevier Applied Science, New York, pp. 455-513.

Moreno, J.J. and Mitjavila, M.T., 2003. The degree of unsaturation of dietary fatty acids and the development of atherosclerosis (Review). The Journal of Nutritional Biochemistry, 14, 182–195.

Mustin, W.T. and Lovell, R.T., 1995. Dietary protein concentration and daily feed allowance influence response of channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), to ractopamine. Aquaculture Nutrition, 1, 21-26.

Ninawe, A.S. and Khedkar, G.D., 2009. Nutrition in aquaculture. Narendra publishing House (INDIA). pp. 84-93.

Ozorio, R.O.A., Verreth, J.A.J., Aragao, C.R., Vermeulen, C.J., Schrama, J.W., Verstegen, M.W.A. and Huisman, E.A., 2003. Dietary carnitine supplements increased lipid metabolism and decreased protein oxidation in African catfish (*Clarias gariepinus*) juveniles fed high fat levels. Journal of Aquaculture in the Tropics, 18, 225–238.

Rassoul, F., Loster, H. and Richter, V., 2005. Effect of L-carnitine on sucrose induced hyperlipidaemia. Monatshefte für

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of oil source and dietary supplements of L-carnitine and ractopamine on growth performance and some blood biochemical parameters of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*

Ahmadian A.; Jalali S.M.A.*; Pourreza J.

*Fish.nutritionist@gmail.com

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord

Key words: Fish oil, Soybean oil, L-carnitine, Ractopamine, Rainbow trout

Abstract

An experiment was conducted to study the effects of oil source, L- carnitine and ractopamine supplements on growth performance and blood biochemical parameters of rainbow trout. With 2×2×2 factorial experimental design, 288 fish with 90 ±5 g initial weight were randomly distributed to 32 fiber glass thanks and fed two times a day at *ad libitum* by eight dietary treatments during 8 weeks. The experimental diets were containing two supplemental dietaries L- carnitine levels (0 and 1 $g.kg^{-1}$), two levels of ractopamine (0 and 10 $mg.kg^{-1}$) and two dietary oil sources (fish and soybean oil). Feed conversion ratio (FCR), specific growth rate (SGR), feed intake, body weight gain and biochemical parameter of blood serum in fish such as albumin, total protein, triglyceride, cholesterol and high density lipoprotein (HDL) were measured at the end of experiment. Results showed that feed conversion ratio of fish was not affected by dietary oil sources and ractopamanie supplements but addition of L- carnitine to diet reduced it significantly. Addition of L-carnitine and ractopamine to diet which contain fish oil improved significantly FCR of fish. Fish oil increased fish SGR and its highest level was seen at fish oil plus ractopamine dietary treatment. Feed intake was affected by fish oil and L- carnitine supplement which is increased and reduced it, respectively. Addition of L- carnitine to diet containing fish oil with ractopamine, significantly reduced feed intake of fish. Body weight gain of fish were not affected by dietary oil sources, L-carnitine and ractopmanine supplement; however, addition of ractopamine to diet containing fish oil improved it. Ractopamine supplement significantly reduced level of triglyceride and L-carnitine increased albumin and HDL of blood serum of fish. Interaction between oil sources and addition of L- carnitine and ractopamine supplements were seen on biochemical blood serum of fish except HDL. The highest level of albumin and triglyceride in blood serum were seen in fish fed by soybean oil plus L- carnitine, and also the highest level of total protein and globulin in serum were in fish fed by soybean oil plus ractopamine. Overall, results of this experiment showed that physiological and growth responses of rainbow trout to dietary L- carnitine and ractopamine supplements were affected by dietary oil sources.

*Corresponding author

Archive of SID

www.SID.ir