فصلنامه علمی ـ پژوهشی
دورهٔ ٦، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹٦، صفحه ۱- ۱۳

اثر امولسیفایر بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های خون و ترکیب بدن قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تغذیه‌شده با جیره حاوی پودر چربی

بتول ادهمی*[1] عبدالصمد کرامت امیرکلایی [2]

۱- دانشجوی دکتری تکثیر و پرورش آبزیان، گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

۲- استادیار، گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

دریافت: ۹۵/۰۹/۰۱ پذیرش: ۹٦/۰۷/۰٤

*نویسنده مسئول مقاله: amine.adhami@yahoo.com

چکیده:

اثر امولسیفایر بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های خون و ترکیب لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (۲/۰۳±۲۷/۳۲ گرم) تغذیه شده با جیره حاوی ٦۰درصد پودر چربی در مدت ۸ هفته بررسی شد. تیمارهای آزمایشی شامل: (۱) تیمار شاهد (بدون امولسیفایر، و استفاده از روغن ماهی به‌جای پودر چربی)، (۲) ۰/۵درصد کولیک اسید، (۳) ۱ درصد کولیک اسید، (٤) ۲درصد توئین۸۰، (۵) ٤درصد توئین۸۰ بودند. اختلاف معنی‌داری در درصد افزایش وزن (BWI)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) و شاخص کبدی (HSI) در بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد (p>۰/۰۵)، ولی شاخص احشایی (VSI) اختلاف معنی‌داری را نشان داد (p<۰/۰۵). بیشترین VSI مربوط به گروه شاهد و کمترین آن در تیمار ۰/۵درصد کولیک اسید مشاهده شد. افزودن امولسیفایر اثر معنی‌داری بر تعداد گلبول‌های سفید و قرمز، هماتوکریت، هموگلوبین، MCV، MCH و MCHC داشت (p<۰/۰۵). بیشترین تعداد گلبول سفید در تیمار ۰/۵درصد کولیک اسید مشاهده شد، درحالی‌که تعداد گلبول قرمز در تیمارهای حاوی امولسیفایر بیشتر از شاهد مشاهده شد. همچنین اختلاف معنی‌دار در مقدار گلوکز، پروتئین تام و آلبومین بین تیمارها مشاهده گردید (p<۰/۰۵) و بیشترین مقادیر آنها مربوط به تیمار ۰/۵درصد کولیک اسید بود. ترکیب شیمیایی لاشه اختلاف معنی‌داری را نشان داد (p<۰/۰۵). با افزودن امولسیفایر، چربی لاشه کاهش و پروتئین لاشه افزایش پیدا کرد. به نظر می‌رسد، افزودن ۰/۵درصد کولیک اسید با افزایش پروتئین لاشه و ارتقای رشد، موجب خنثی کردن برخی اثرهای منفی در هضم‌پذیری پودر چربی شده و در جیره قزل‌آلای رنگین‌کمان مناسب باشد.

کلید واژگان: امولسیفایر، فراسنجه‌های خونی، عملکرد رشد، ترکیب بدن، قزل‌آلای رنگین‌کمان

مقدمه

قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از خانواده آزادماهیان[1] است که توانایی زیادی در مصرف چربی دارد. به‌طوری‌که نیازهای این گونه به چربی، به‌دلیل محدودیت در مصرف کربوهیدرات در حدود ١٠ تا ٢٠ درصد گزارش شده است (Wilson, 1989; Guillaume et al., 1991). چربی علاوه بر تأمین انرژی (Pei et al., 2004) به‌عنوان منبع مهم اسیدهای چرب، در رشد ماهی نقش مهمی داشته و از مصرف پروتئین غذا می‌کاهد و سبب مصرف آن در رشد می‌شود (Bell et al., 2003). استفاده از چربی در حد بهینه موجب بهبود ضریب تبدیل غذایی می‌شود و در نهایت ذخیره پروتئین لاشه افزایش می‌یابد (Ebrahimi Dorcheh and Zare, 2011). منبع اصلی تأمین‌کننده چربی در جیرهٔ ماهیان، روغن ماهی است که حاوی مقادیر زیادی از اسیدهای چرب غیراشباع لازم برای ماهی بوده و بیشترین همخوانی را با ترکیب اسید چرب بدن ماهی دارد (Sargent et al., 2002). در سال‌های اخیر محققان به‌دلیل قیمت زیاد و محدودیت تهیه روغن ماهی از روغن‌های گیاهی به‌عنوان جایگزین استفاده کردند (Bell et al., 2001; Caballero et al., 2003). مطالعه Skonberg و همکاران (1994) نشان داد جایگزینی روغن ماهی با روغن‌های گیاهی مانند روغن آفتابگردان، باعث افزایش چشمگیر اولئیک اسید می‌شود. علاوه بر این، روغن‌های گیاهی بدون اسیدهای چرب غیراشباع برای ماهی لازم هستند که مقاومت بیشتری را در برابر لیپولیز نشان می‌دهند و دارای هضم پذیری پایینی می‌باشند (Morais et al., 2005) و در نتیجه اثر نهایی را بر روی رشد ماهی می‌تواند داشته باشد.

از دیگر جایگزین‌های روغن ماهی، پودر چربی است که یکی از محصولات استخراجی از کارخانه‌های روغن‌کشی می‌باشد و طی فرایندی از دانه‌های روغنی جداسازی شده و به کمک محلول قلیایی ایجاد می‌گردد (Amirkolaie et al., 2014). با توجه به رقم بالای تولید روغن در کشور، پودر چربی پتانسیل زیادی برای تولید دارد. این درحالی است که منابع روغن ماهی به‌دلیل محدودیت صید و تولید آبزیان و افزایش تقاضا رو به کاهش است (Tacon et al., 2006). استفاده از محصولات جانبی استخراج روغن سویا از جمله پودر چربی در تحقیق Amirkolaie و همکاران (2014)، سبب افزایش اسیدچرب اشباع و کاهش هضم‌پذیری چربی در قزل‌آلای رنگین‌کمان شده است؛ ولی اختلاف معناداری در رشد نسبت به جیره حاوی روغن سویا ایجاد نکرده است. به‌علاوه، جایگزینی ٥٠ درصد روغن ماهی با روغن سویا نتوانسته تأثیری بر روی عملکرد رشد سالمون بگذارد (Rosenlund et al. 2001). تحقیقات نشان داده است که روغن‌های مایع از قبیل روغن ماهی دارای میزان بیشتری از اسیدهای چرب غیراشباع به‌ویژه اسیدهای چرب بلند زنجیر با تعداد زیادی پیوند غیراشباع (HUFA) و اسیدهای چرب با چند پیوند غیراشباع (PUFA)، نسبت به روغن‌های جامد از جمله چربی خوک می‌باشد که منجر به هضم‌پذیری بالا در آنها می‌شود (Schwarz et al., 1988). از عواملی که بر روی هضم‌پذیری چربی تأثیر می‌گذارند می‌توان به طول زنجیره اسیدچرب، تعداد پیوندهای دوگانه، ترتیب قرارگیری اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع در مولکول گلیسرول، نسبت اسیدهای چرب اشباع به غیراشباع و در نهایت وجود یا نبود پیوندهای استری اشاره کرد (Soede, 2005). از طرفی بالانس نبودن نسبت اسیدهای چرب n-٣ به n-٦ می‌تواند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر سیستم ایمنی ماهی اثر بگذارد و مقابله در برابر بیماری‌ها را کاهش دهد (Pablo et al., 2002; Montero et al., 2003). شاخص‌های

1. Salmonidae

خون عوامل خوبی برای تعیین سلامتی موجودات زنده است و می‌تواند بیانگر میزان آسیب حیوان در شرایط نامناسب تغذیه‌ای باشد (Joshi, 2002). برخی مطالعات نشان می‌دهد جایگزینی روغن ماهی با روغن گیاهی موجب کاهش ایمنی در ماهی می‌شود (Brandsen et al., 2003; Montero et al., 2008; Jiang و همکاران (2013) اثر جایگزینی روغن سویا بر اسید چرب و پاسخ ایمنی گربه ماهی (*Pelteobagrus vachelli*) را بررسی و کاهش ایمنی در جایگزینی سطوح بالای ۲۵ درصد روغن سویا را مشاهده کردند. امولسیفایرها با توجه به نقش‌شان در هضم چربی (Yamamoto et al., 2007) و خاصیت ضدباکتریایی موجود در نمک‌های صفراوی (Begley et al., 2005) می‌توانند موجب تأثیر بر ترکیب بدن ماهی و افزایش ایمنی ماهی شوند. کولیک اسید مهم‌ترین اسید صفراوی است و بیشترین غلظت را در صفرا دارد. توئین۸۰ یک امولسیفایر غیریونی متفرق در آب است و کاربرد غذایی فراوانی دارد (Koocheki and Kadkhodaee, 2011). تاکنون گزارشی مبنی بر تأثیر مواد امولسیفایر بر قزل‌آلای تغذیه‌شده با پودر چربی و مقایسه با جیره حاوی روغن ماهی صورت نگرفته است، از این‌رو مطالعه حاضر برای بررسی اثر امولسیفایر در جیره‌های حاوی پودر چربی بر شاخص‌های رشد، ترکیب بدن و شاخص‌های خونی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام شده است.

مواد و روش‌ها

تهیه ماهی و تیماربندی

۳۵۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از مرکز خصوصی تکثیر و پرورش ماهی واقع در شهرستان ساری تهیه شدند. به‌منظور سازگاری با محیط پرورشی ماهیان به‌مدت ۲ هفته با غذای تجاری تغذیه شدند. در پایان این دوره ماهیان با میانگین وزنی ۲/۰۳±۲۷/۳۲ گرم و تراکم ۱۵ عدد در هر واحد آزمایشی (حوضچه‌های فایبرگلاس با حجم ۳۰۰ لیتر) به‌صورت کاملاً تصادفی ذخیره‌سازی و با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. ۵ عدد ماهی در شروع آزمایش به‌منظور اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی لاشه جداسازی و در فریزر ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

ترکیبات اولیه جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف امولسیفایر در جدول ۱ ارائه شده است. تیمارها شامل ۱) تیمار شاهد (بدون امولسیفایر)، ۲) ۰/۵ درصد کولیک اسید، ۳) ۱ درصد کولیک اسید ، ٤) ۲ درصد توئین۸۰، ۵) ٤ درصد توئین۸۰ بود. در تیمار شاهد ترکیبی از روغن ماهی و روغن سویا به‌عنوان چربی جیره استفاده شد درحالی‌که در تیمارهای حاوی امولسیفایر، ٦۰ درصد از روغن جیره از پودر چربی تأمین شد. پودر چربی از ضایعات روغن‌کشی روغن سویا طی فرایند خشک شدن تهیه و از کارخانه روغن‌کشی خریداری شد. ماهیان به‌مدت ٥٦ روز با جیره‌های آزمایشی و تا حد سیری تغذیه شدند. غذادهی تا زمانی‌که پلت دست نخورده در آب باقی ماند و ماهی علاقه به خوردن نشان نداد، انجام گرفت. به‌منظور جلوگیری از آلودگی محیط پرورشی مدفوع ماهی ۲ بار در روز سیفون شد و تعویض آب ۱۰۰ درصد نیز به‌طور روزانه انجام شد. همچنین، فراسنجه‌های کیفی آب شامل دما و اکسیژن محلول به‌صورت روزانه و pH و نیتریت دوبار در هفته اندازه‌گیری شدند و دمای آب به‌صورت روزانه با استفاده از دماسنج اندازه‌گیری گردید و به‌صورت زیر بود: دما ۰/۷°C±۱٤، pH ۰/۱۷±۸/٤٤، اکسیژن محلول ۰/۲٤±٦/۳٤ میلی‌گرم در لیتر، نیتریت۰/۰۱±۰/۱۵ میلی‌گرم بر لیتر.

جدول۱ ترکیبات اولیه جیره‌های آزمایشی با امولسیفایرهای مختلف برای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

مواد اولیه	شاهد	۰/۵ درصد کولیک اسید	۱ درصد کولیک اسید	۲ درصد توئین ۸۰	٤ درصد توئین ۸۰
آرد ذرت	٦	۵/۵	۵/۵	۵	٤
آرد گندم	۸	۸	۷/۵	۷	٦
گلوتن گندم	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
روغن مایع	۸	۳	۳	۳	۳
پودر چربی	۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
روغن ماهی	۸	۳	۳	۳	۳
آرد ماهی	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵
آرد سویا	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
ماده معدنی[1]	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
ویتامین[2]	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
بایندر	۲	۲	۲	۲	۲
کولیک اسید	۰	۰/۵	۱	۰	۰
توئین ۸۰	۰	۰	۰	۲	٤

۱- مواد معدنی (میلی‌گرم بر کیلوگرم): ۲٦۰۰ منگنز، ٦۰۰ مس، ٦۰۰۰ آهن، ٤٦۰۰ روی، ۵۰ سلنیوم، ۱۰۰ ید، ۵۰ کبالت، ۱۰۰۰۰۰ کولین کلراید، مواد نگهدارنده تا وزن ۱ کیلوگرم.
۲- ویتامین (میلی‌گرم بر کیلوگرم): ۱۲۰۰۰۰۰ IU ویتامین A، ٤۰۰۰۰۰ IU ویتامین D_3، ۳۰۰۰ IU ویتامین E، ۱۲۰۰ IU ویتامین K_3، ۵٤۰۰ IU ویتامین C، ۲۰۰ IU H_2، ۲۰۰ IU B_1، ۳۳٦۰ IU B_2، ۷۲۰۰ IU B_3، ۹۰۰۰ IU B_5، ۲٤۰۰ IU B_6، ٦۰۰ IU B_9، ۷۲۰۰ IU B_3، ٤ IU B_{12}.

ساخت جیره‌های آزمایشی و غذادهی

برای ساخت جیره‌های آزمایشی ابتدا پودر ماهی به‌منظور یکنواخت شدن با الک ۱۰۰ میکرونی الک و ناخالصی‌ها جدا شد. سپس، تمامی اقلام جیره به کمک نرم‌افزار جیره‌نویسی PWUFFDA تنظیم و با ترازو توزین شد و به‌خوبی با هم مخلوط شدند. مقداری آب به اندازه‌ای که مخلوط حالت خمیری بگیرد، اضافه شد. سپس خمیر به دستگاه چرخ گوشت منتقل شد و از مش ۲/۵ میلی‌متر برای ساخت غذا استفاده گردید. رشته‌های ایجاد شده بر روی سینی‌های خشک‌کن قرار گرفته و در دمای اتاق به‌مدت ٢٤ تا ٤٨ ساعت خشک شد. پس از خشک شدن رشته‌ها آنها را خرد کرده تا به اندازه موردنظر درآیند. برای نگهداری پلت تا زمان مصرف در فریزر با دمای ۱۸- قرارداده شد. غذادهی بچه ماهیان تا حد سیری کامل روزانه ۲ بار در ساعت‌های ۱۰ و ١٦ انجام شد. ترکیب جیره ساخته شده برای بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در تیمارهای مختلف بر حسب درصد در جدول ۱ نشان داده شده است. به‌منظور اطلاع دقیق از ترکیب جیره‌های ساخته شده هر یک از آنها در آزمایشگاه تجزیه و تحلیل و نتایج آن در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۲ تجزیه و تحلیل ترکیبات شیمیایی جیره‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با سطوح امولسیفایر

آنالیز جیره	شاهد	۰/۵ درصد کولیک اسید	۱ درصد کولیک اسید	۲ درصد توئین ۸۰	٤ درصد توئین ۸۰
پروتئین	۳۸/۱	۳۸/۳	۳۸/٦	۳۹/۹	٤۰/۸
چربی	۲۳/۵	۲٤/۵	۲۵	۲٤/۵	۲۳
رطوبت	۱۱/۸	۱۳/۱	۱۲/٦	۱۵/۳	۱۸/۹
خاکستر	۱۳/۳	۱۳/۷	۱۳/۵	۱٤	۱۳/۹

آنالیز ترکیب بیوشیمیایی غذا و لاشه

آنالیز تقریبی جیره غذایی و لاشه ماهیان از روش AOAC (2005) انجام شد؛ بدین صورت که در پایان دوره آزمایشی ۳ عدد ماهی از هر تانک به‌صورت تصادفی برداشته و با ضربه به سر کشته شد و کل ماهی از سر تا دم پس از توزین امعا و احشا و کبد با استفاده از چرخ گوشت، یکنواخت گردید و به‌همراه جیره‌های آزمایشی برای اندازه‌گیری ترکیب بیوشیمیایی غذا و لاشه استفاده شد. برای اندازه‌گیری رطوبت از طریق قراردادن نمونه در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٢٤ ساعت و توزین آن پس از خنک شدن در دسیکاتور انجام شد. اندازه‌گیری پروتئین پس از هضم با سولفوریک اسید در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد به روش کلدال و اندازه‌گیری چربی با روش سوکسله و حلال اتر صورت گرفت. خاکستر نمونه‌ها از طریق سوزاندن نمونه در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٦ ساعت و توزین آن انجام شد.

اندازه‌گیری عملکرد رشد و مصرف غذایی

در پایان دوره زیست‌سنجی ماهیان شامل وزن و طول از هر تانک پرورش به‌صورت انفرادی با استفاده از ترازوی ۰/۰۱ گرم (مدلDC127) و خط‌کش با دقت ۰/۱ میلی‌متر انجام شد. شاخص‌های مطالعه شده در این آزمایش شامل درصد افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، شاخص کبدی و احشایی مطابق روابط زیر محاسبه شد (Ai et al., 2004):

نرخ رشد ویژه(SGR) طول زمان آزمایش / ۱۰۰ × (لگاریتم وزن ابتدایی _ لگاریتم وزن نهایی) = (روز /درصد)

درصد افزایش وزن (BWI) (وزن اولیه/ وزن ابتدایی _ وزن نهایی) = (درصد)

ضریب تبدیل غذایی (FCR) (افزایش وزن / مقدار غذای خورده شده) = (گرم / گرم)

شاخص کبدی (HSI) (وزن بدن / وزن کبد) = (گرم / گرم) ×۱۰۰

شاخص احشایی (VSI) (وزن بدن / وزن امعا و احشا) = (گرم / گرم) ×۱۰۰

اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی و سرمی

در پایان آزمایش از هر تکرار به‌طور تصادفی تعداد ۵ قطعه ماهی برای خونگیری انتخاب، با پودر گل میخک با دوز ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیهوش شده و خونگیری با استفاده از سرنگ ۱۰ میلی‌لیتر از قسمت سیاهرگ ساقه دمی انجام شد. ٢٤ ساعت پیش از خونگیری تغذیه ماهیان قطع گردید. نمونه‌های خون برای جلوگیری از لخته شدن بلافاصله به لوله هپارینه منتقل گردید و تا زمان اندازه‌گیری در یخچال نگهداری شد. فراسنجه‌های خونی بررسی شده شامل گلبول‌های قرمز (RBC) و سفید (WBC) براساس Hoston (1990) رنگ‌آمیزی و سپس زیر میکروسکوپ

علوم و فنون شیلات ـــــــ

جدول ۳ مقایسه میانگین ± انحراف معیار عملکرد رشد و ضریب تبدیل غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه‌شده با سطوح مختلف امولسیفایر طی ۸ هفته دوره پرورش

پارامترها / گروه	وزن اولیه (گرم)	وزن نهایی (گرم)	افزایش وزن بدن (درصد)	نرخ رشد ویژه(درصد/روز)	ضریب تبدیل غذایی(گرم/گرم)	شاخص کبدی(گرم/گرم)	شاخص احشایی(گرم/گرم)
شاهد	۲۶/۹±۲/۱۱	۱۲۰/۹۳±۹/۶۲	۳۴۹/۷۲±۱۹/۴۹	۲/۶۸±۰/۰۸	۱/۰۷±۰/۰۵	۱/۲۵±۰/۱۱	۱۲/۱۲±۰/۴۸[b]
۰/۵ درصد کولیک اسید	۲۷/۹۹±۱/۸۴	۱۲۳/۷۸±۱۰/۶	۳۴۲/۰۱±۲۰/۰۵	۲/۶۵±۰/۰۸	۱/۳۸±۰/۴۹	۱/۶۹±۱/۳۶	۹/۴۴±۰/۴۴[a]
۱ درصد کولیک اسید	۲۵/۸۴±۳/۲۲	۱۰۵/۱۵±۱۲/۸	۳۰۸/۱۱±۳۶/۲۸	۲/۵۱±۰/۱۶	۱/۱۵±۰/۰۳	۰/۸۹±۰/۱۲	۱۰/۲۱±۰/۵۰[a]
۲ درصد توئین ۸۰	۲۷/۸۲±۱/۱۷	۱۱۹/۸۳±۹/۲۸	۳۳۲/۱۱±۵۲/۶۲	۲/۶۰±۰/۲۱	۱/۱۴±۰/۰۵	۱/۱۵±۰/۰۲	۹/۷۵±۰/۵۸[a]
۴ درصد توئین۸۰	۲۸/۰۴±۲/۰۱	۱۰۷/۴۸±۳/۰۱	۲۸۴/۸۲±۳۴/۱۲	۲/۴۰±۰/۱۶	۱/۱۹±۰/۰۶	۱/۱۳±۰/۱۴	۱۰/۶۴±۱/۱۹[a]

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنادار بین تیمارها است ($p<0/05$)

جدول ۴ مقایسه میانگین ± انحراف معیار فراسنجه‌های خونی قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه‌شده با سطوح مختلف امولسیفایر طی ۸ هفته دوره پرورش

گروه	شاهد	۰/۵ درصد کولیک اسید	۱ درصد کولیک اسید	۲ درصد توئین ۸۰	۴ درصد توئین ۸۰
Hct (درصد)	۴۳/۳۳±۵/۵۳[b]	۳۹/۳۰±۲[a]	۴۰/۶۳±۱/۷۴[ab]	۴۱/۲۰±۱/۵۶[ab]	۴۱±۱/۷۳[ab]
HB (g/dl)	۸/۶۴±۰/۰۸[ab]	۷/۱۵±۰/۶۲[a]	۷/۷۰±۱/۰۷[ab]	۹/۶۷±۱/۹۶[b]	۸/۱۸±۰/۸۵[ab]
RBC (n/mm^3)	۱۰۸۳۳۳۳±۱۲۷۴۱۰[a]	۱۳۴۶۶۶۶/۷±۱۲۸۵۸۲[b]	۱۲۸۰۰۰۰±۲۶۴۵۷[b]	۱۱۲۰۰۰۰±۱۴۷۳۰۹[a]	۱۲۹۰۰۰۰±۸۷۱۷۸[b]
WBC (n/mm^3)	۱۱۶۰۰±۹۱۶/۵[b]	۱۵۵۳۳±۳۰۵/۵[c]	۱۱۰۰۰±۱۲۲۸/۸[b]	۸۶۰۰±۳۴۶/۴[a]	۱۱۲۰۰±۱۲۴۹[b]
MCV (فمتولیتر)	۴۰۱/۴۹±۵۰/۰۴[c]	۲۹۴/۱۶±۳۹/۰۳[a]	۳۱۷/۷۱±۲۰/۰۵[ab]	۳۷۱/۸۶±۴۷/۰۵[bc]	۳۱۸/۵۴±۲۰/۴۵[ab]
MCH (پیکوگرم)	۸۰/۴۲±۹/۳۱[bc]	۵۳/۵۰±۷/۵۸[a]	۶۰/۲۲±۸/۶۰[a]	۸۶/۵۹±۱۴/۸۷[c]	۶۳/۴۷±۵/۸۷[ab]
MCHC (درصد)	۲۰/۱۷±۲/۹۵[ab]	۱۸/۲۶±۲/۴۰[a]	۱۸/۹۹±۲/۹۶[a]	۲۳/۳۵±۳/۷۷[b]	۱۹/۹۲±۱/۲۸[ab]

حروف متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنادار بین تیمارها است ($p<0/05$)

جدول ۵ مقایسه میانگین ± انحراف معیار فراسنجه‌های سرمی قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه‌شده با سطوح مختلف امولسیفایر طی ۸ هفته دوره پرورش

گروه	شاهد	۰/۵ درصد کولیک اسید	۱ درصد کولیک اسید	۲ درصد توئین ۸۰	۴ درصد توئین ۸۰
گلوکز (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۹۰/۱۹±۲/۳۷[b]	۱۱۵/۲۹±۲/۱۲[c]	۸۲/۷۴±۳/۲۳[a]	۸۴/۵۰±۳/۳۴[a]	۹۳/۳۳±۲/۲۲[b]
پروتئین تام (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۶/۰۸±۰/۱۶[c]	۶/۷۴±۰/۲۴[d]	۴/۸۴±۰/۲۲[a]	۵/۴۷±۰/۰۷[b]	۵/۶۰±۰/۱۴[b]
آلبومین (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۲/۷۰±۰/۱۶[c]	۳/۱۳±۰/۱۸[d]	۲/۰۴±۰/۱۵[ab]	۱/۷۷±۰/۱۰[a]	۲/۲۳±۰/۱۲[b]

حروف متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنادار بین تیمارها است ($p<0/05$)

ترکیب شیمیایی لاشه قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه‌شده با سطوح مختلف امولسیفایر در ابتدای و پس از ۸ هفته دورهٔ پرورشی در جدول ٦ ارائه شده است. میزان پروتئین و چربی تیمارها در پایان دوره نسبت به ابتدای دوره افزایش پیدا کرد و بین تیمارهای مختلف آزمایشی و گروه شاهد تفاوت معناداری داشت (p<۰/۰۵). با افزودن امولسیفایر چربی لاشه کاهش و پروتئین لاشه نسبت به گروه شاهد افزایش پیدا کرد و بیشترین میزان پروتئین در لاشه تیمار ۰/۵ درصد کولیک اسید مشاهده شد.

جدول ٦ ترکیبات شیمیایی لاشه قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه‌شده با سطوح مختلف امولسیفایر در ابتدا و پایان دوره آزمایش

ترکیب لاشه (در ماده خشک)	ابتدا	شاهد	۰/۵ درصد کولیک اسید	۱ درصد کولیک اسید	۲ درصد توئین ۸۰	٤ درصد توئین ۸۰
پروتئین	۵۰/٤	۵۸/٤±۰/۵۵^{s}	٦٤/۳۱±۰/۷۲^{c}	٦۲/٦٦±۰/۲۰^{b}	٦۳/۳٦±۰/۲۵^{b}	٦٤/۳۰±۰/۱۷^{c}
چربی	۲۹/۵	٤۱/۳۳±۰/۲۸^{d}	۳۸/۲۰±۰/۳۰^{b}	۳۹/۳۳±۰/۷٦^{c}	۳۷/۳۳±۰/٤۱^{a}	۳۷±۰/۱۷^{a}
رطوبت	۷۹/۳	۷۲/۳±۰/۱۰^{a}	۷۳/۱۸±۰/۰۷^{b}	۷۳/۱٦±۰/۰۵^{b}	۷۳/۳٦±۰/۰۵^{c}	۷۳/۲۰±۰/۱۰^{b}
خاکستر	۱۳	۱۳±۰/۱۰^{b}	۱۲/۰۳±۰/۰۵^{a}	۱۲/٤۰±۰/۳٦^{a}	۱۳/۷٦±۰/۲۵^{c}	۱۲/۰٦±۰/۱۱^{a}

حروف متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنادار بین تیمارها است (p<۰/۰۵)

بحث و نتیجه‌گیری

قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از خانواده آزاد ماهیان است. در این گونه به‌دلیل رژیم گوشتخواری و توانایی محدود در مصرف منابع کربوهیدراتی، چربی بخش زیادی از جیره را تشکیل می‌دهد که مهم‌ترین آن روغن ماهی است (Caballero et al., 2002). پودر چربی از دیگر جایگزین‌ها است ولی به‌دلیل داشتن تعداد زیاد اسیدهای چرب اشباع از هضم‌پذیری پایینی برخوردار است (Amirkolaie et al., 2014). در این تحقیق بخش زیادی از روغن ماهی با پودر چربی جایگزین شد و تأثیر آن همراه مواد امولسیفایری بر ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مطالعه گردید. طبق نتایج به‌دست آمده در این مطالعه عملکرد رشد و مصرف غذایی نظیر درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه بین تیمارهای مختلف اختلاف معناداری مشاهده نشد (p>۰/۰۵) بدین معنا که همراه کردن مواد امولسیفایری موجب رشد مشابهی در تیمارهای حاوی پودر چربی و تیمار شاهد (حاوی روغن ماهی و بدون پودر چربی) شد و استفاده از پودر چربی در تحقیق حاضر مغایرتی با جیره حاوی روغن ماهی از لحاظ رشد نشان نداد. این امر می‌تواند به‌دلیل افزایش هضم‌پذیری ناشی از افزودن امولسیفایر باشد به این ترتیب که هضم چربی تحت تأثیر ترشح صفرا و امولسیون چربی‌ها افزایش یافت. امولسیفایرها مولکول‌های چربی را امولسیفیه کرده و موجب عمل بهتر آنزیم لیپاز می‌شوند (Al-Marzooqi & Leeson 1999). این نتایج با کار Alzawqari و همکاران (2011) همسو بود که اثر صفرای گاوی خشک شده را در جیرهٔ جوجه بررسی کردند و تفاوت معناداری بین تیمارها از لحاظ فراسنجه‌های رشد مشاهده نکردند. علاوه بر این، Maisonnier و همکاران (2003) به این نتیجه رسیدند که افزودن نمک‌های صفراوی به جیره باعث افزایش وزن بدن شد. Parsaie و همکاران (2007) گزارش کردند افزودن ۰/۲ درصد کولیک اسید به جیره جوجه، رشد را افزایش

می‌دهد. به‌طور مشابهی، مطالعات Yamamoto و همکاران (2007) نشان داد افزودن اسید صفراوی به جیره ماهی قزل‌آلا باعث افزایش کارایی رشد و مصرف غذا شد. Roy و همکاران (2010) اثر امولسیفایر گلیسرول پلی‌اتیلن گلیکول رسینولئات را بر کارایی غذا و رشد مثبت دانستند. افزایش امولسیفایر باعث کاهش چربی کبدی و وزن آن شد که با نتایج Roy و همکاران (2010) مطابقت داشت. همچنین شاخص احشایی در تیمار حاوی امولسیفایر کمتر بود که با کار Parsaie و همکاران (2007) مطابقت داشت.

روغن سویا در جیره به‌دلیل داشتن سطوح بالای اسید چرب 18:2n-6 موجب تجمع چربی در بدن ماهی می‌شود (Piedecausa et al., 2007). از آنجایی‌که پودر چربی استفاده شده در تحقیق حاضر از ضایعات روغن سویا تهیه شده است بنابراین، تجمع چربی در بافت و لاشه در جیره‌های حاوی پودر چربی انتظار می‌رود. اگرچه، نتایج نشان‌دهندهٔ کاهش چربی لاشه در این تیمارها نسبت به تیمار روغن ماهی بود که ظاهراً به‌دلیل وجود امولسیفایر بوده است. همچنین، پروتئین لاشه در تیمارهای دارای امولسیفایر افزایش یافت. به نظر می‌رسد امولسیفایر با افزایش هضم‌پذیری چربی توانسته موجب دسترسی بیشتر به چربی برای تأمین انرژی شود که در نتیجه آن پروتئین غذا در بدن ذخیره گردید؛ این امر می‌تواند کاهش چربی و افزایش پروتئین را در لاشه توجیه کند. نتیجه تحقیقات Bell و همکاران (2002) بر روی سالمون (*Salmo salar*) نشان داد ذخیره چربی در تیمار حاوی روغن ماهی بیشتر از سایر تیمارهای جایگزین شده با درصدهای مختلف روغن پالم بوده است که با تحقیق حاضر همخوانی دارد. در تحقیق Yamamoto و همکاران (2007) چربی لاشه در قزل‌آلای تغذیه‌شده با جیره حاوی پودر سویا که به آن صفرای گاوی اضافه شد، بیشتر از زمانی بود که جیره بدون صفرای گاوی بود ولی این میزان به تیمار پودر ماهی نرسید که دلیل آن می‌تواند کارایی بیشتر سیستم هضم و جذب باشد و با تحقیق حاضر همسو بود. Sotoudeh و همکاران (2011) اثر فسفاتیدیل کولین را بر ترکیب بدن ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo caspius*) بررسی کردند و نتایج نشان داد افزودن فسفاتیدیل کولین موجب افزایش چربی و کاهش پروتئین لاشه در این گونه شد. نتایج حاضر با تحقیق Sotoudeh و همکاران (2011) در تضاد بود. دلیل این اختلافات ممکن است به‌دلیل نوع گونه و یا امولسیفایر مورد استفاده باشد.

طبق نتایج به‌دست آمده از فراسنجه‌های خونی، تیمار ۰/۵ درصد کولیک اسید از نظر تعداد گلبول سفید به‌طور معناداری بیشتر از سایر تیمارها بود ($p<۰/۰۵$). به‌طور مشابه تحقیق Babalola و همکاران (2009) نیز افزایش گلبول سفید را در تیمارهای روغن گیاهی نسبت به روغن ماهی در جیره گربه ماهی *Heterobranchus longifilis* نشان داد. در مطالعه Karimi و همکاران (2014) که بر روی قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام شد، تعداد گلبول سفید در تیمار روغن بذر کتان بیشتر از جیره حاوی روغن ماهی بود که با نتایج حاصل از تحقیق حاضر مطابقت داشت. از آنجایی‌که هموگلوبین کمترین مقدار را در تیمار ۰/۵ درصد کولیک اسید داشت، می‌توان این افزایش گلبول سفید در تیمار ۰/۵ درصد کولیک اسید را ناشی از تخریب بافتی حاصل از وجود پودر چربی در غذا دانست؛ اگرچه برای نظر قطعی آزمایش‌های هیستولوژیکی لازم است. در مجموع، بسیاری از تحقیقات حاکی از آن است روغن‌های گیاهی به‌ویژه روغن جامد اثر تخریبی بر بافت‌های روده و کبد دارند (Babalola et al., 2009; Yamamoto et al., 2007). کاهش تعداد گلبول‌های سفید در سایر تیمارهای دارای امولسیفایر

می‌تواند حاکی از تأثیر امولسیفایر در سطوح بالاتر باشد که ممکن است با ویژگی ضدباکتریایی و یا هضم بیشتر پودر چربی تخریب سلولی را کاهش داده و در نتیجه گلبول سفید در خون به تیمار شاهد نزدیک‌تر باشد.

براساس تحقیقات انجام شده جایگزینی روغن ماهی با روغن‌های گیاهی در جیره ماهی، سلامت ماهی را می‌تواند تحت تأثیر قرار دهد. یکی از این تأثیرات ایجاد تغییرات در فرایند لیپوژنز کبدی است که در ماهی سیم دریایی (*Sparus aurata*) گزارش شده است (Menoyo et al., 2004)، درحالی‌که در ماهی پهن (*Psetta maxima*)، این تأثیر نامشخص بوده است (Regost et al., 2003). در این تحقیق اثر جایگزینی روغن ماهی با پودر چربی بر فراسنجه‌های سرمی نشان داد بیشترین مقدار گلوکز، پروتئین تام و آلبومین با افزودن ۰/۵ درصد کولیک اسید مشاهده شد ولی در سایر تیمارهای دارای امولسیفایر مقادیر مذکور به تیمار شاهد (دارای روغن ماهی) نرسید. در مطالعه Karimi و همکاران (2014) تفاوت معناداری بین تیمارهای دارای روغن گیاهی و روغن ماهی از نظر گلوکز، پروتئین تام و آلبومین وجود نداشت که با تحقیق حاضر مغایرت داشت. این تفاوت می‌تواند به‌دلیل استفاده از روغن‌های مختلف در دو آزمایش و نوع واکنش ماهی نسبت به روغن‌های جامد و مایع باشد. همچنین Abedian Kenari و همکاران (2010) دریافتند روغن گیاهی موجب افزایش گلوکز، پروتئین تام و آلبومین در ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo caspius*) در مقایسه با جیره حاوی روغن ماهی می‌شود. فراسنجه‌های سرمی در شرایط مختلف تغذیه‌ای ممکن است تغییر یابد. برای مثال افزایش مقادیر گلوکز، پروتئین تام و آلبومین در جیره حاوی روغن گیاهی احتمالاً به‌دلیل شرایط نامناسب تغذیه‌ای و استرس ناشی از آن است. به نظر می‌رسد افزودن امولسیفایر این اثر را خنثی می‌کند. همان‌طورکه در تحقیق حاضر به استثنای جیره حاوی ۰/۵ درصد کولیک اسید، کاهش مقادیر فراسنجه‌های سرمی در سایر تیمارهای حاوی امولسیفایر مشاهده شد. در مجموع، به نظر می‌رسد جیره حاوی پودر چربی اگر با امولسیفایر همراه شود علاوه بر افزایش پروتئین لاشه با کاهش برخی اثرهای منفی پودر چربی همراه خواهد بود. بدین ترتیب افزودن ۰/۵ درصد کولیک اسید به‌دلیل ایجاد پروتئین لاشه بالاتر و رشدی معادل رشد شاهد در تحقیق حاضر پیشنهاد می‌شود.

منابع

Abedian Kenari, A., Mozanzadeh, M. T. and Pourgholam, R., 2010. Effects of total fish oil replacement to vegetable oils at two dietary lipid levels on the growth, body composition, haemato-immunological and serum biochemical parameters in Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius* Kessler, 1877). *Aquaculture Research*, 1-14.

Ai, Q., Mai, K., Zhang, C., Xu, W., Duan, Q., Tan, B., Liufu, Z., 2004. Effects of dietary vitamin C on growth and immune response of Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus*. *Aquaculture*. 242, 489-500.

Al-Marzooqi, W. & Leeson, S. 1999. Evaluation of dietary supplements of lipase, detergent, and crude porcine pancreas on fat utilization by young broiler chicks. *Poultry Science*, 78, 1561-1566.

Alzawqari, M., Moghaddam, H. N., Kermanshahi, H. & Raji, A. R. 2011. The effect of desiccated ox bile supplementation on performance, fat digestibility, gut morphology and blood chemistry of broiler chickens fed tallow diets. *Journal of Applied Animal Research,* 39**,** 169-174.

Amirkolaie, A. K., Shahkolaie, M. D., Karimzadeh, S. & Khalesi, M. 2014. The potential of soya oil industry products as oil alternatives in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diet. *Aquaculture International*, 22: 1093-1103.

Ebrahimi Dorcheh, E., Zare, P. 2011. Effects of Dietary Lipid Level on Growth, Feed Utilization and Survival of Juvenile of Beluga (*Huso huso*). *Journal of Natural Environmental, Iranian Journal of Natural Resources*, 64: 93-106.

Guillaume, J., Coustans, M.F., Metailler, R., Ruyet, J.P and Robin, J., 1991. Flatfish, turbot, sole and placie. In: Handbook of Nutrient Requirements of Finfish (Wilson, R.P. Ed.), pp. 77-82. CRC Press, Boca Raton, FL.

Hoston, A. H., 1990. Blood and circulation. In: Shreck CB, Moyle PB. Methods in fish biology. Bethesda, Meryland: American Fisheries Society. P: 273-335.

Jiang, X., Chen, L., Qin, J., Qin, C., Jiang, H., Li, E., 2013. Effects of dietary soybean oil inclusion to replace fish oil on growth, muscle fatty acid composition, and immune responses of juvenile darkbarbel catfish, *Pelteobagrus vachelli*. *African Journal of Agricultural* 8: 1492-1499.

Joshi, P.K.; Bose, M.; Haris, D., 2002. Changes in certain haematological parameters in a siluroid catfish *Clarias batrachus* (Linn) exposed to cadmium chloride. *Pollution Resources* 21(2): 129–131.

Karimi, M.R., Ebrahimi, E., Mahboobi Soofiani, N., and Masiha, A., 2014. Replacement of Dietary Fish Oil with Flaxseed Oil and its Effects on Hematological and Biochemical Parameters of Rainbow Trout Fingerlings (*Oncorhynchus mykiss*). *World Journal of Fish and Marine Sciences*. 6(3): 209-213.

Koocheki, A. and Kadkhodaee, R. 2011. Effect of Alyssum homolocarpum seed gum, Tween 80 and NaCl on droplets characteristics, flow properties and physical stability of ultrasonically prepared corn oil-in-water emulsions. *Food Hydrocolloids*, 25: 1149-1157.

Maisonnier, S., Gomez, J., Bree, A., Berri, C., Baeza, E. & Carre, B. 2003. Effects of microflora status, dietary bile salts and guar gum on lipid digestibility, intestinal bile salts, and histomorphology in broiler chickens. *Poultry science,* 82**,** 805-814.

Menoyo, D., Izquierdo, M.S., Robaina, L., Gines, R., Lopez-Bote, C.J. & Bautista, J.M., 2004. Adaptation of lipid metabolism, tissue composition and flesh quality in gilthead sea bream (*Sparus*

AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*. (16th ed). Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.

Babalola, T., Adebayo, M., Apata, D., Omotosho, J., 2009. Effect of dietary alternative lipid sources on haematological parameters and serum constituents of *Heterobranchus longifilis* fingerlings. *Tropical Animal Health and Production* 41: 371-377.

Begley, M., Gahan, C.G. & Hill, C., 2005. The interaction between bacteria and bile. FEMS *Microbiology Reviews*, 29: 625-651.

Bell, J.G., McEvoy, J., Tocher, D.R., McGhee, F., Campbell, P.J., Sargent, J.R., 2001. Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism. *Nutrition* 131: 1535-1543.

Bell, J.G., Henderson, R.J., Tocher, D.R., McGhee, F., Dick, J.R., Porter, A., Smullen, R.P., Sargent, J.R., 2002. 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 Journal of nutrition* 132: 222-230.

Bell, J. G., Tocher, D. R., Henderson, R. J., Dick, J. R. & Crampton, V. O., 2003. Altered fatty acid compositions in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets containing linseed and rapeseed oils can be partially restored by a subsequent fish oil finishing diet. *The Journal of nutrition*, 133: 2793-2801.

Brandsen, M.P., Carter, C.G., Nichols, P.D., 2003. Replacement of fish oil with sunflower oil in feeds for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): effect on growth performance, tissue fatty acid composition and disease resistance. *Comp. Biochem. Physiol.* 135: 611-625.

Caballero, M. J., Izquierdo, M.S., Kjorscik, E., Montero, D., Socorro, J., Fernandez, A.J, Rosenlund, G., 2003. Morphological aspects of intestinal cells from gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed diets containing different lipid sources. *Aquaculture* 225:325-340.

Drobkin, D. R., 1945. Crystallographic and optical properties of human hemoglobin: proposal for standardization of hemoglobin. *Am. J. Med. Sci.* 209: 268-270.

Rosenlund, G., Obach, A., Sandberg, M.G., Standal, H., Tveit, K., 2001. Effect of alternative lipid sources on longterm growth performance and quality of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquacult Res* 32: 323–328.

Roy, A., Haldar, S., Mondal, S. & Ghosh, T. K. 2010. Effects of supplemental exogenous emulsifier on performance, nutrient metabolism, and serum lipid profile in broiler chickens. *Veterinary Medicine International*, 2010.

Sargent, J., Tocher, D.R., Bell, J.G., 2002. The lipids. In: Halver JE(ed) Fish Nutrition, 2nd, Academic Press, London. pp. 181-257.

Schwarz, F.J., Kirchgessner, M., Steinhart, H., Runge, G., 1988. Influence of different fats with varying additions of alpha-tocopherol acetate on growth and body composition of carp (*Cyprinus carpio L.*). *Aquaculture* 69:57–67.

Skonberg, D. I., Rasco, B. A. & Dong, F. M., 1993. Effects of feeding high monounsaturated sunflower oil diets on sensory attributes of salmonid fillets. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 2: 117-133.

Soede, I., 2005. Fat digestive physiology and exogenous emulsifiers. *World Poultry*, 21, 14-16.

Sotoudeh, E., Kenari, A. A. & Rezaei, M. H. 2011. Growth response, body composition and fatty acid profile of Caspian brown trout (*Salmo trutta Caspius*) juvenile fed diets containing different levels of soybean phosphatidylcholine *Aquaculture International,* 19, 611-623.

Tacon, A. G., Hasan, M. R. & Subasinghe, R. P., 2006. Use of fishery resources as feed inputs to aquaculture development: trends and policy implications.

Wilson, R. P., 1989. In fish nutrition, " 2nd ed. (J. E. Halver, ed.), p. 111. Acade San Diego.

Yamamoto, T., Suzuki, N., Furuita, H., Sugita, T., Tanaka, N. & Goto, T., 2007. Supplemental effect of bile salts to soybean meal based diet on growth and feed utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fisheries Science*, 73: 123-131.

aurata) to the replacement of dietary fish oil by linseed and soyabean oils. *Br. J. Nutr*, 92: 41-52.

Montero, D., Grasso, V., Izquierdo, M.S., Ganga, R., Real, F., Tort, L., Caballero, M.J, Acosta, F., 2008. Total substitution of fish oil by vegetable oils in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) diets: Effects on hepatic Mx expression and some immune parameters. *Fish Shellfish Immun*. 24: 147-155.

Morais, S., Koven, W., Rønnestad, I., Dinis, M.T., Conceição, L.E.C., 2005. Dietary protein/lipid ratio and lipid nature affects fatty acid absorption and metabolism in a teleost larva. *Br. J. Nutr.* 93, 813-820.

Olesen, N.J. & Jorgensen, P.V., 1986. Quantification of serum immunoglobulin in Rainbow trout (*Salmo gairdneri*) under various environmental conditions. *Diseases of Aquatic organisms*. 1: 183-189.

Pablo, M.A., Puertollano, M.A., Cienfuegos, G.V., 2002. Biological and clinical significance of lipids as modulators of immune functions. Clin. Diagn. Lab. *Immun*. 9: 94-950.

Parsaie, S., Shariatmadari, F., Zamiri, M. & Khajeh, K. 2007. Influence of wheat-based diets supplemented with xylanase, bile acid and antibiotics on performance, digestive tract measurements and gut morphology of broilers compared with a maize-based diet. *British poultry science,* 48**,** 594-600.

Pei, Z., 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 long snout catfish (*Leiocassis longirostris Günther*). *Aquaculture nutrition,* 10: 209-216.

Piedecausa, M.A., Mazo´n, M.J., Garcý´a, B., Herna´ndez, M.D., 2007. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in the diets of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*). *Aquaculture* 26: 211-219.

Regost, C., Arzel, J., Robin, J., Rosenlund, B. & Kaushik S.J., 2003. Total replacement of fish oil by soybean or linseed oil with a return to fish oil in turbot (*Psetta maxima*). Growth performance, flesh fatty acid composition and lipid metabolism. *Aquaculture*, 217: 465–482.

Fisheries Science & Technology
TMU
Scientific - Research Journal Vol. 6, No. 3, Autumn 2017

Effect of emulsifier on growth performance, blood factors and body composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed fat powder

Batoul Adhami[1*] Abdolsamad Keramat Amirkolaie [2]

1. Ph.D. Student of Animal Sciences and Fisheries, Department of Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
2. Assistant prof., Department of fisheries, Faculty of animal science and fisheries, Sari Agricultural and Natura l resources University, Sari, Iran

Received: 26.09.2017 Accepted: 21.11.2016
*Corresponding author : amine.adhami@yahoo.com

Abstract:

The effect of emulsifier on growth performance, blood factors and carcass composition in juvenile rainbow trout (27.32±2.03 g) fed with fat powder diet for 8 weeks was investigated. A basal diet was formulated using common feed ingredients supplemented with 0.5 and 1% of cholic acid and 2 and 4% of tween80, plus a control diet without emulsifier, leading to five experimental diets. No significant differences in body weight increment (BWI), specific growth rate (SGR), feed efficiency ratio (FCR) and hepatosomatic index (HSI) were observed among treatments ($p>0.05$), while, visceral somatic index (VSI) was significantly higher in control diet. Emulsifier had significant effects on blood parameters, such as white and red blood cells (WBC & RBC), hematocrit (Hct), hemoglobin (Hb), MCV, MCH and MCHc ($p<0.05$). Diet containing 0.5% cholic acid showed higher value of WBC while control diet led to higher value of RBC. Results of serum analysis showed that inclusion of emulsifier affected albumin, glucose and total protein value ($p<0.05$). 0.5% cholic acid led to the highest value among groups. Assessment of carcass composition showed significant differences among diets ($p<0.05$). The highest body protein values were observed in diet 0.5% cholic acid while body fat was the lowest in the same diet. It seems that emulsifier could maintain protein by fat utilization. Considering no significant differences in growth performance among different treatments, addition of 0.5% cholic acid is suggested.

Key words: Emulsifier, Growth performance, Blood factor, Carcass composition, Rainbow trout.