

## اثر جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان بر رشد، شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی پلاسما در بچه‌ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

کامیار جاوید رحمدل<sup>۱</sup>، حمید علاف نویریان<sup>۲\*</sup>، بهرام فلاحتکار<sup>۳</sup>، آریا باباخانی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: فروردین ۹۵

تاریخ پذیرش: خرداد ۹۵

### چکیده

هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیرات جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان بر رشد، شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی پلاسما بچه‌ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی بود. ماهیان با وزن متوسط  $3/0 \pm 0/36$  گرم، به مدت ۱۰ هفته با پنج جیره حاوی سطوح جایگزینی صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان تغذیه شدند. در انتهای دوره، خون‌گیری از ساقه دمی انجام گرفت و شاخص‌های خونی شامل تعداد گلبول‌های قرمز و سفید، درصد افتراقی گلبول‌های سفید، هموگلوبین، هماتوکریت، متوسط حجم گلبول قرمز، متوسط هموگلوبین هر گلبول، متوسط غلظت هموگلوبین هر گلبول و برخی شاخص‌های بیوشیمیایی پلاسما شامل تری‌گلیسرید، کلسترول و گلوکز اندازه‌گیری شدند. مطابق نتایج، وزن نهایی در تیمارهای ۲۵ و ۱۰۰ درصد به ترتیب افزایش و کاهش معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها داشت ( $P < 0/05$ ). هیچ یک از شاخص‌های خونی بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشتند ( $P > 0/05$ ). در شاخص‌های بیوشیمیایی پلاسما در تیمار ۱۰۰ درصد، کاهش معنی‌دار سطح تری‌گلیسرید وجود داشت ( $P < 0/05$ ) و میزان کلسترول در گروه شاهد به طور معنی‌داری بیش‌تر بود ( $P < 0/05$ )، اما میزان گلوکز بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت ( $P > 0/05$ ). بر اساس نتایج این مطالعه، جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان تا سطح ۷۵ درصد در جیره کپور معمولی انگشت‌قد پیشنهاد می‌شود.

### واژگان کلیدی: جایگزینی، اقلام گیاهی، شاخص‌های خونی، کپورماهیان.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.

۲- دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.

۳- استاد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.

۴- استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.

\* نویسنده مسئول: [navi@guilan.ac.ir](mailto:navi@guilan.ac.ir)

## مقدمه

و خوش خوراکی از مزیت بالایی در جیره آبزیان برخوردار است (Gatlin et al., 2007). رشد روزافزون صنعت آبی پروری در سطح جهانی، تولید مقادیر قابل توجه آرد ماهی در آینده را طلب می‌کند. پیش‌بینی می‌شود که سهم صنعت آبی پروری از تولیدات جهانی آرد ماهی تا سال ۲۰۳۰، به رقم ۱۰/۴ میلیون تن بالغ شود، اما سطح تولید جهانی آرد ماهی در زمان ذکر شده در حدود ۷/۶ میلیون تن تخمین زده می‌شود (World Bank, 2013). در نتیجه با توجه به ناکافی بودن ذخایر ماهیان دریایی، پیشی گرفتن تقاضا به عرضه بر تامین مستمر و پایدار آرد ماهی در بازار جهانی تاثیر منفی خواهد گذاشت که نتیجه این امر افزایش شدید قیمت تمام شده تولید آبزیان پرورشی خواهد بود. کاستن از هزینه تولید به واسطه کاهش استفاده از اقلام گران‌قیمتی مانند آرد ماهی و جایگزینی آن‌ها با منابع ارزان‌قیمت گیاهی امکان‌پذیر است (Ljubojevic et al., 2015). در نتیجه پژوهش برای یافتن مواد جایگزین آرد ماهی یکی از اولویت‌های پژوهشی حوزه آبی پروری در سطح بین‌المللی است. در بین این منابع جایگزین، مواد گیاهی مانند محصولات کشاورزی به علت هزینه پایین و

کپور معمولی با نام علمی *Cyprinus carpio* عضو برجسته خانواده کپورماهیان بوده، حائز رتبه سوم جهانی بین گونه‌های آبزیان پرورشی است (FAO, 2014). این گونه به علت داشتن ویژگی‌هایی مانند قیمت پایین و ارزش غذایی بالا، بازارپسندی و ارزش اقتصادی قابل توجهی دارد. کپور معمولی گونه‌ای همه‌چیزخوار با طیف وسیع غذایی بوده، قادر به تغذیه از اقلام گوناگون غذایی شامل موجودات کفزی، حشرات، گیاهان آبی و پری‌فیتون‌ها است و عمده پرورش آن در سیستم‌های کم‌تراکم و با تکیه بر تولیدات طبیعی استخر انجام می‌شود (Ljubojevic et al., 2014). جهت افزایش تولید کپور در واحد سطح، تامین غذای فرموله شده ضروری به نظر می‌رسد، اما منجر به افزایش هزینه تولید می‌شود، بنابراین یکی از مهم‌ترین موانع پیش‌روی گسترش صنعت آبی پروری قیمت تمام‌شده غذا است.

از بین اقلام غذایی مورد استفاده در ساخت جیره آبزیان، آرد ماهی مهم‌ترین جزء جیره است که به دلیل داشتن ویژگی‌هایی شامل قابلیت بالای هضم (تقریباً ۹۰ درصد)، عدم حضور یا میزان ناچیز ترکیبات ضدمغذی

روغنی غنی‌تر بوده، اما میزان لیزین آن پایین است (Olvera-Novoa et al., 2002). کنجاله آفتابگردان نسبت به آرد ماهی دارای سطح پروتئین خام کم‌تر با قابلیت هضم پایین‌تر است، اما در مقابل قیمت آن نیز به مراتب کم‌تر است. در نتیجه کارایی این ماده غذایی در برابر قیمت، به ویژه در تغذیه ماهیان همه‌چیزخوار مانند کپور معمولی که سطح نیازمندی کم‌تری به پروتئین دارند افزایش می‌یابد. تجربیاتی در زمینه استفاده از کنجاله آفتابگردان در جیره گونه‌های مختلف ماهیان وجود دارد (Olvera-Novoa et al., 2002; Lozano et al., 2007; Rehman et al., 2013).

جایگزینی منابع گیاهی جدید برای کاهش هزینه‌های تولید نباید اثر منفی بر رشد و سلامتی آبزیان پرورشی داشته باشد، بنابراین ارزیابی فاکتورهای سلامتی موجود زنده برای اطلاع از اثرات منابع غذایی گوناگون، به منظور تعیین سطح مطلوب کاربرد اقلام مختلف مانند منابع گیاهی در جیره آبزیان و اطلاع از اثرات مثبت و منفی آن‌ها بر سلامتی آبزیان و مصرف‌کننده نهایی یعنی انسان ضروری است. از بین پارامترهای گوناگون ارزیابی سلامت، شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی پلاسما دارای

تامین پایدار (Gatlin et al., 2007) یکی از گزینه‌های مناسب هستند. از میان تولیدات گیاهی در دسترس، کنجاله دانه‌های روغنی جزء منابع مطلوب برای جایگزینی با آرد ماهی محسوب می‌شوند.

گیاه آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) از خانواده Asteraceae، با تولید جهانی ۴۱/۳۳ میلیون تن چهارمین دانه روغنی مهم تولیدی در جهان پس از سویا، کلزا و کتان است (FAO, 2016) که این میزان بالای تولید به همراه قیمت پایین و ارزش غذایی بالا، آن را به عنوان گزینه مطلوبی برای جایگزینی به جای آرد ماهی در جیره آبزیان مطرح می‌کند. کنجاله آفتابگردان از هر دو نوع دانه‌های پوست‌گیری نشده و دانه‌های بدون پوست قابل استحصال بوده، فرآیند روغن‌کشی از آن به دو صورت مکانیکی و استفاده از حلال، قابل انجام است. کیفیت کنجاله تولید شده به عواملی مانند ترکیب شیمیایی و کیفیت دانه مورد استفاده، نسبت پوسته به مغز، شرایط پرورش، مدت زمان و نحوه انبارداری، شرایط و روش فرآوری شامل پوسته‌زدایی و روغن‌کشی بستگی دارد. پروفیل آمینواسیدی کنجاله آفتابگردان به لحاظ میزان آمینواسیدهای گوگردی به ویژه متیونین از سایر دانه‌های

غذایی در جیره ضروری به نظر می‌رسد، بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر جایگزینی کنجاله آفتابگردان به جای آرد ماهی در جیره، بر عملکرد رشد، شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی پلازما در بچه‌ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی صورت گرفت.

### مواد و روش‌ها

#### ماهی و محیط آزمایش

این مطالعه به مدت ۱۰ هفته در کارگاه تکثیر و پرورش ماهی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان در شهرستان صومعه‌سرا انجام شد. بچه‌ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی *Cyprinus carpio* پس از انتقال به کارگاه به مدت ۲ هفته در مخازن سازش‌دهی نگهداری شدند. در طی این مدت، غذادهی به ماهیان ۲ وعده در روز و با جیره پایه فاقد کنجاله آفتابگردان انجام شد. پس از اتمام دوره سازش‌دهی، ۴۵۰ قطعه بچه‌ماهی انگشت‌قد کپور معمولی با میانگین وزنی  $3/03 \pm 0/36$  گرم و طول متوسط  $5/95 \pm 0/28$  سانتی‌متر به صورت تصادفی در ۱۵ مخزن فایبرگلاس مدور ۵۰۰ لیتری با حجم آب‌گیری ۳۰۰ لیتر توزیع شدند (۳۰ قطعه ماهی در هر مخزن). آب این مخازن به صورت جریان مداوم با دبی متوسط

ارتباط نزدیکی با شرایط محیطی و فاکتورهای گوناگون زیستی بوده، بیانگر وضعیت درونی ماهیان هستند که از جنبه‌های گوناگون مانند تعداد گلبول‌های قرمز و سفید، درصد افتراقی، هموگلوبین، هماتوکریت و شاخص‌های بیوشیمیایی، اثرپذیری بالایی از شرایط فیزیولوژیکی موجود زنده دارند (Jahanbakhshi et al., 2013)، چرا که خون بافت سیالی است که با اندام‌های مختلف در ارتباط بوده، ویژگی‌های آن تحت شرایط مختلف تغذیه‌ای تغییر می‌کند (Ballarin et al., 2004). در نتیجه بررسی شاخص‌های خونی راهنمای مناسبی برای ارزیابی شرایط زیستی ماهیان به شمار می‌رود.

در مورد تاثیر اقلام گیاهی گوناگون بر شاخص‌های خونی ماهیان مطالعات فراوانی صورت گرفته است (Shimeno et al., 1993; Kikuchi, 1999; Bransden et al., 2001; Jahanbakhshi et al., 2013; Jalili et al., 2013; Moradi et al., 2013)، اما تجربیات بسیار اندکی در زمینه ارزیابی اثرات جایگزینی کنجاله آفتابگردان در جیره ماهیان بر شاخص‌های خونی وجود دارد، در نتیجه بررسی نحوه و میزان اثرپذیری شاخص‌های خونی ماهیان برای ارزیابی اثرات جایگزینی این ماده

دستگاه چرخ‌گوشت به شکل رشته‌هایی با قطر ۴ میلی‌متر درآورده شد. سپس این رشته‌ها به مدت ۱ ساعت در دمای اتاق و در هوای آزاد قرار داده شدند و پس از آن به مدت ۲۴ ساعت در آون (Laboven، ایران) در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و پس از بسته‌بندی مجزا برای هر یک از تیمارها تا روز مصرف در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. غذادهی به ماهیان در ۴ وعده در طول شبانه‌روز در ساعات ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ صورت می‌گرفت. برای مصرف غذا، رشته‌ها در اندازه‌هایی متناسب با سایز دهان ماهی شکسته شده و بر اساس اشتها برای تغذیه ماهیان مورد استفاده قرار گرفتند.

#### محاسبه رشد و ضریب تبدیل غذا

پس از زیست‌سنجی اولیه و توزیع بچه ماهیان انگشت‌قد در مخازن فایبرگلاس، در انتهای کار نیز به منظور سنجش وزن نهایی و کارایی غذا زیست‌سنجی انجام شد. توزین ماهیان به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت اندازه‌گیری ۰/۱ گرم انجام شد. ضریب تبدیل غذا (FCR) نیز از رابطه ۱ محاسبه شد (Ljubovic et al., 2015).

۵/۲۳±۰/۲۷ لیتر در دقیقه از چاه تامین می‌شد. روشنایی کارگاه بر اساس دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی تامین می‌شد. پارامترهای فیزیوشیمیایی آب در طی دوره پرورش به این شرح بود: دما ۱۶±۱ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول ۶/۵۱±۰/۲۷ میلی‌گرم در لیتر و pH ۷/۶۱±۰/۵۲.

#### طرح آزمایش و فرمولاسیون جیره‌های غذایی

در این آزمایش ۵ تیمار غذایی و ۳ تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد. فرمول جیره‌های آزمایشی بر اساس نسبت‌های مختلف جایگزینی کنجاله آفتابگردان به جای آرد ماهی شامل صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تعیین شد. بر این اساس ۵ جیره با سطح پروتئین، چربی و انرژی یکسان ساخته شد. ارقام تشکیل‌دهنده جیره و درصد استفاده از هر کدام در جدول ۱ نشان داده شده است.

بعد از انجام محاسبات و تعیین فرمول جیره‌های آزمایشی برای هر یک از تیمارها، مواد اولیه در مقادیر مشخص با یکدیگر مخلوط شد و پس از افزودن ۴۰۰ میلی‌لیتر آب به ازای هر کیلوگرم غذا، خمیر همگنی از تمام اجزای جیره به دست آمد که برای تسهیل در تقسیم غذا به قطعاتی با اندازه مورد نیاز، با استفاده از

رابطه ۱:

FI: غذای مصرف شده (گرم). WG: وزن به دست

$$FCR = FI / WG$$

آمده (گرم)

جدول ۱: اجزای تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی مورد استفاده در تغذیه بچه ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی بر اساس سطوح مختلف جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان

سطوح جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان (%)					ترکیبات غذایی (%)
۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	۰	
-	۷	۱۴	۲۱	۲۸	آرد ماهی
۲۸	۲۱	۱۴	۷	-	کنجاله آفتابگردان
۳۴	۲۹	۲۶	۲۳	۱۹	کنجاله سویا
۲۵	۲۳	۱۹	۱۶	۱۲	پودر گوشت
۳	۸	۱۲	۱۵	۱۸	آرد ذرت
۱/۵	۳/۵	۶/۵	۹/۵	۱۴/۵	آرد گندم
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	روغن ماهی
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	روغن کانولا
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	مکمل ویتامینه*
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	مکمل معدنی**
۱	۱	۱	۱	۱	لیزین
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	متیونین
۱	۱	۱	۱	۱	دی کلسیم فسفات
					ترکیبات شیمیایی
۳۵/۷۵	۳۵/۷۸	۳۵/۶۵	۳۵/۹۸	۳۵/۵۴	پروتئین خام (%)
۱۰/۶۳	۱۰/۶۴	۱۰/۴۰	۱۰/۲۴	۹/۹۷	چربی خام (%)
۴۱۷۶/۶۰	۴۲۱۰/۴۰	۴۲۲۰/۳۰	۴۲۳۴/۲۰	۴۲۳۰/۲۰	انرژی ناخالص (Kcal/Kg)

\* هر کیلوگرم مکمل ویتامینه (شرکت لابراتوارهای سیانس، ایران) حاوی: ۶۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۴۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D<sub>۳</sub>، ۴۰ گرم ویتامین E، ۲ گرم ویتامین K<sub>۳</sub>، ۶ گرم ویتامین B<sub>۱</sub>، ۸ گرم ویتامین

B<sub>۲</sub>، ۱۲ گرم ویتامین B<sub>۳</sub>، ۴۰ گرم ویتامین B<sub>۵</sub>، ۴ گرم ویتامین B<sub>۶</sub>، ۲ گرم ویتامین B<sub>۹</sub>، ۰/۰۰۸ گرم ویتامین B<sub>۱۲</sub>، ۰/۲۴ گرم ویتامین H<sub>۲</sub>، ۶۰ گرم ویتامین C، ۲۰ گرم ویتامین اینوزیتول، ۰/۲ گرم ویتامین بیوتین.  
 \*\* هر کیلوگرم مکمل معدنی (شرکت لابراتوارهای سیانس، ایران) حاوی: ۶ گرم آهن، ۱۰ گرم روی، ۰/۰۲ گرم سلنیوم، ۰/۱ گرم کبالت، ۶ گرم مس، ۵ گرم منگنز، ۰/۶ گرم ید، ۶ گرم کولین کلراید.

تعداد گلبول‌های قرمز (RBC) و سفید (WBC)، درصد افتراقی گلبول‌های سفید، هموگلوبین (Hb)، هماتوکریت (Hct)، متوسط حجم هر گلبول قرمز (MCV)، متوسط هموگلوبین به ازای هر گلبول قرمز (MCH) و متوسط غلظت هموگلوبین به ازای هر گلبول قرمز (MCHC) مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای شمارش گلبول‌های سفید از رقیق‌سازی ۲۰ میکرولیتر خون در ۰/۴ میلی‌لیتر محلول Lewis و بررسی نمونه روی لام نئوبار استفاده شد و سپس عدد به دست آمده در ۵۰ ضرب شد تا تعداد گلبول‌های سفید در هر میلی‌متر مکعب خون تعیین شود. برای تعیین درصد افتراقی، از روش رنگ‌آمیزی گیمسا، با تکیه بر خواص متفاوت رنگ‌پذیری انواع مختلف گلبول‌های سفید استفاده شد. شمارش گلبول‌های قرمز پس از رقیق‌سازی نمونه خون به نسبت ۱ به ۲۰۰ در محلول Lewis، در مربع میانی لام نئوبار انجام و برای تعیین تعداد گلبول‌های قرمز در هر میلی‌متر مکعب خون عدد حاصله در ۱۰۰۰۰ ضرب شد (Blaxhall

## اندازه‌گیری شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی پلاسما

در پایان مطالعه از هر مخزن از ۱۲ ماهی خون‌گیری شد که نیمی از نمونه‌ها برای سنجش شاخص‌های خونی و مابقی برای تعیین شاخص‌های بیوشیمیایی پلاسما مورد استفاده قرار گرفتند. خون‌گیری به وسیله سرنگ ۲ میلی‌لیتری هپارینه از سیاهرگ ساقه دمی ماهیان انجام شد. نمونه‌های خون برای سنجش شاخص‌های خونی در ویال‌های ۲ میلی‌لیتری تخلیه شده، به آزمایشگاه منتقل شدند. همچنین نمونه‌های مورد نیاز برای سنجش شاخص‌های بیوشیمیایی پلاسما در لوله آزمایش تخلیه شده و سپس در دستگاه سانتریفیوژ (Hettich، آلمان) قرار داده شدند و جداسازی پلاسما پس از ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه (g ۱۲۱۰) انجام شد. نمونه‌های پلاسما پس از جداسازی، توسط سمپلر به ویال‌های ۱/۵ میلی‌لیتری منتقل شدند و سپس در فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره‌سازی شدند. شاخص‌های خونی شامل

رابطه ۲:

$$MCV_{(fL)} = [Hct(\%) / RBC_{(10^{-6} \cdot mm^{-3})}] \times 10$$

رابطه ۳:

$$MCH_{(pg)} = [Hb_{(g/dL)} / RBC_{(10^{-6} \cdot mm^{-3})}] \times 10$$

رابطه ۴:

$$MCHC_{(g/dL)} = [Hb_{(g/dL)} / Hct(\%)] \times 100$$

برای تعیین شاخص‌های بیوشیمیایی پلاسما شامل تری‌گلیسرید، کلسترول و گلوکز از کیت‌های اختصاصی پارس آزمون (کرج، ایران) و دستگاه اسپکتروفوتومتر (Unico UV/Vis 2100، آمریکا) در طول موج ۵۴۶ نانومتر استفاده شد و شاخص‌های بیوشیمیایی پلاسما بر حسب گرم در دسی‌لیتر گزارش شدند (Burtis et al., 2012).

#### محاسبات آماری

آنالیز آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ صورت گرفت. برای تشخیص اختلاف میانگین بین تیمارهای مختلف جایگزینی کنجاله آفتابگردان، از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) استفاده شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون Kolmogorov-Smirnov، برای آنالیز همگنی واریانس از آزمون Levene و به منظور مقایسه میانگین‌ها، از آزمون Tukey استفاده شد.

(and Daisley, 1973). سنجش هموگلوبین از روش سیانومت هموگلوبین انجام گرفت، بدین ترتیب که پس از حل کردن ۲۰ میکرولیتر نمونه خون در ۵ میلی‌لیتر محلول درابکین و قرار دادن نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در تاریکی، قرائت شاخص جذب نوری در طول موج ۵۴۰ نانومتر در دستگاه اسپکتروفوتومتر (Unico UV/Vis 2100، آمریکا) و مقایسه شاخص جذب با منحنی استاندارد انجام گرفت و نتیجه نهایی با واحد گرم در دسی‌لیتر گزارش شد. برای تعیین هماتوکریت از روش میکروهیاتوکریت استفاده شد. لوله‌های هماتوکریت حاوی خون به صورت متقارن در میکروسانتریفیوژ (Nuve NF 048، ترکیه) قرار داده شدند و پس از ۵ دقیقه سانتریفیوژ با سرعت ۱۴۰۰۰ دور در دقیقه (g ۱۸۱۸۸)، اندازه‌گیری فاز جدا شده گلبول‌های قرمز در لوله‌های میکروهیاتوکریت به وسیله خط‌کش مخصوص انجام و مقدار هماتوکریت بر حسب درصد تعیین شد (Rehulka, 2000). همچنین شاخص‌های MCV، MCH و MCHC بر اساس داده‌های حاصل از شمارش گلبول‌های قرمز و سنجش هموگلوبین و هماتوکریت، با استفاده از روابط ۲ تا ۴ اندازه‌گیری شدند (Blaxhall and Daisley, 1973).



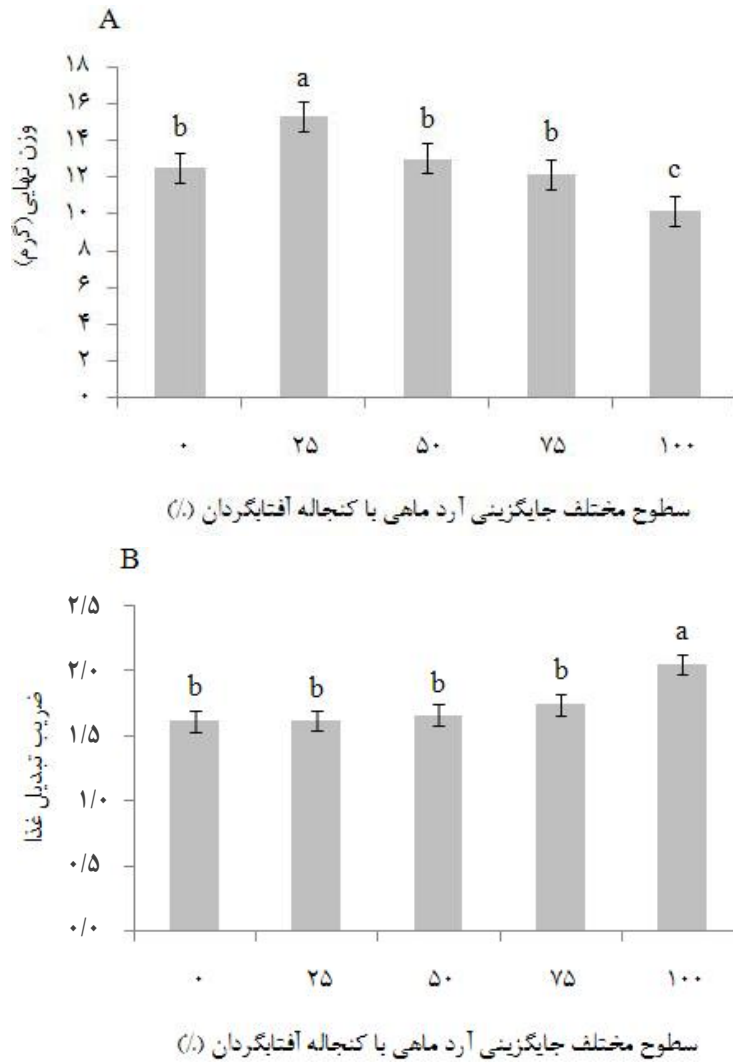
شاخص‌های خونی بچه‌ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، تفاوت معنی‌داری در هیچ یک از شاخص‌های خونی شامل تعداد گلبول‌های قرمز و سفید، درصد افتراقی، هموگلوبین، هماتوکریت، MCV، MCH و MCHC بین تیمارهای مختلف وجود نداشت ( $P > 0.05$ ).

شاخص‌های بیوشیمیایی پلاسما در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج به دست آمده تفاوت معنی‌داری از لحاظ سطح تری‌گلیسرید بین تیمار ۱۰۰ درصد و سایر گروه‌های آزمایشی نشان داد ( $P < 0.05$ )، همین‌طور سطح کلسترول پلاسما در تیمار شاهد با سایر گروه‌ها دارای تفاوت معنی‌داری بود ( $P < 0.05$ )، اما در مورد سطح گلوکز تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های مختلف آزمایشی مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ).

سطح معنی‌دار بودن در این مطالعه، ۵ درصد ( $P < 0.05$ ) در نظر گرفته شد و نتایج به صورت میانگین به همراه خطای استاندارد (SE) بیان شد.

### نتایج

وزن نهایی بچه‌ماهیان و ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، وزن نهایی بچه‌ماهیان در تیمار ۲۵ درصد به طور معنی‌داری از سایر تیمارها بیش‌تر بود ( $P < 0.05$ ) و همچنین در تیمار ۱۰۰ درصد کاهش معنی‌دار رشد نسبت به سایر تیمارها مشاهده شد ( $P < 0.05$ )، اما تفاوت بین تیمارهای شاهد، ۵۰ و ۷۵ درصد معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ). همچنین ضریب تبدیل غذا در تیمار ۱۰۰ درصد تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد ( $P < 0.05$ )، اما سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ( $P > 0.05$ ).



شکل ۱: وزن نهایی (A) و ضریب تبدیل غذایی (B) بچه ماهیان انگشت قد کپور معمولی پس از ۱۰ هفته تغذیه با جیره های حاوی سطوح مختلف جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان (میانگین  $\pm$  خطای استاندارد). حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار است ( $P < 0.05$ ).

جدول ۲: شاخص‌های خونی بچه‌ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی پس از ۱۰ هفته تغذیه با جیره‌های حاوی سطوح مختلف جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان (میانگین  $\pm$  خطای استاندارد)

شاخص‌های خونی	سطوح جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان (%)				
	۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	۰
هماتوکریت (%)	۳۶/۶۷ $\pm$ ۱/۸۶	۴۱/۳۳ $\pm$ ۱/۶۷	۳۹/۱۷ $\pm$ ۰/۴۴	۳۶/۰۰ $\pm$ ۱/۷۶	۳۵/۵۰ $\pm$ ۰/۵۸
هموگلوبین (g/dL)	۶/۵۷ $\pm$ ۰/۲۴	۷/۳۰ $\pm$ ۰/۲۲	۶/۹۷ $\pm$ ۰/۱۲	۶/۴۳ $\pm$ ۰/۲۶	۶/۳۸ $\pm$ ۰/۱۰
گلبول قرمز ( $\times 10^6/mm^3$ )	۰/۸۰ $\pm$ ۰/۰۴	۰/۸۹ $\pm$ ۰/۰۳	۰/۸۵ $\pm$ ۰/۰۱	۰/۷۹ $\pm$ ۰/۰۳	۰/۷۷ $\pm$ ۰/۰۱
گلبول سفید ( $\times 10^3/mm^3$ )	۳/۳۳ $\pm$ ۰/۲۴	۳/۸۰ $\pm$ ۰/۲۱	۳/۹۵ $\pm$ ۰/۷۸	۴/۳۸ $\pm$ ۰/۱۶	۴/۳۲ $\pm$ ۰/۲۹
MCV (fL)	۴۵۸/۰۰ $\pm$ ۰/۵۸	۴۶۱/۱۷ $\pm$ ۳/۰۹	۴۵۸/۳۳ $\pm$ ۱/۳۳	۴۵۵/۳۳ $\pm$ ۳/۱۲	۴۶۰/۱۷ $\pm$ ۲/۳۵
MCH (pg)	۸۰/۶۷ $\pm$ ۰/۳۳	۸۱/۱۷ $\pm$ ۰/۶۰	۸۱/۳۳ $\pm$ ۰/۴۴	۸۱/۳۳ $\pm$ ۰/۱۷	۸۲/۸۳ $\pm$ ۰/۴۴
MCHC (g/dL)	۱۷/۳۳ $\pm$ ۰/۳۳	۱۷/۵۰ $\pm$ ۰/۲۹	۱۷/۵۰ $\pm$ ۰/۲۹	۱۷/۸۳ $\pm$ ۰/۱۷	۱۷/۶۷ $\pm$ ۰/۱۷
لنفوسیت (%)	۷۸/۶۷ $\pm$ ۱/۲۰	۷۵/۳۳ $\pm$ ۱/۴۲	۷۴/۰۰ $\pm$ ۳/۲۲	۷۲/۵۰ $\pm$ ۱/۷۳	۷۲/۳۳ $\pm$ ۱/۷۶
نوتروفیل (%)	۱۷/۳۳ $\pm$ ۰/۶۷	۱۹/۱۷ $\pm$ ۱/۱۷	۲۱/۳۳ $\pm$ ۲/۴۶	۲۲/۸۳ $\pm$ ۱/۷۶	۲۲/۰۰ $\pm$ ۱/۰۴
مونوسیت (%)	۳/۰۰ $\pm$ ۰/۵۸	۴/۶۷ $\pm$ ۰/۳۳	۴/۱۷ $\pm$ ۰/۴۴	۴/۳۳ $\pm$ ۰/۴۴	۴/۶۷ $\pm$ ۰/۴۴
اُتوزینوفیل (%)	۱/۰۰ $\pm$ ۰/۰۰	۰/۸۳ $\pm$ ۰/۴۴	۰/۵۰ $\pm$ ۰/۵۰	۰/۳۴ $\pm$ ۰/۱۷	۱/۰۰ $\pm$ ۰/۲۹

جدول ۳: شاخص‌های بیوشیمیایی پلاسما بچه‌ماهیان انگشت‌قد کپور معمولی پس از ۱۰ هفته تغذیه با جیره‌های حاوی سطوح مختلف جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان (میانگین  $\pm$  خطای استاندارد). حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار است ( $P < 0.05$ ).

شاخص‌های بیوشیمیایی	سطوح جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان (%)				
	۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	۰
تری‌گلیسرید (mg/dL)	۱۷۱/۴۹ $\pm$ ۱۰/۶۴ <sup>b</sup>	۲۴۶/۳۸ $\pm$ ۱۳/۸۵ <sup>a</sup>	۲۴۴/۴۶ $\pm$ ۹/۰۰ <sup>a</sup>	۲۳۹/۵۸ $\pm$ ۶/۱۶ <sup>a</sup>	۲۵۴/۹۳ $\pm$ ۱۷/۰۳ <sup>a</sup>
کلسترول (mg/dL)	۶۶/۵۷ $\pm$ ۷/۱۱ <sup>b</sup>	۶۵/۳۲ $\pm$ ۹/۴۲ <sup>b</sup>	۸۹/۱۰ $\pm$ ۸/۷۳ <sup>b</sup>	۸۶/۳۶ $\pm$ ۶/۸۳ <sup>b</sup>	۱۲۴/۸۰ $\pm$ ۵/۰۰ <sup>a</sup>
گلوکز (mg/dL)	۶۴/۰۲ $\pm$ ۳/۳۳	۶۱/۸۵ $\pm$ ۷/۰۰	۷۹/۴۸ $\pm$ ۳/۸۷	۶۳/۴۴ $\pm$ ۸/۰۷	۵۷/۳۷ $\pm$ ۴/۷۶

## بحث

استثنای تیمار ۱۰۰ درصد وجود نداشت، اما به همراه بالا رفتن سطح کنجاله آفتابگردان در جیره روند افزایشی ضریب تبدیل غذا مشاهده شد که با نتایج پژوهش Lozano و همکاران (۲۰۰۷) در جایگزینی آرد ماهی با کنجاله آفتابگردان در جیره ماهی سیم دریایی طلایی (*Sparus aurata*) مطابقت دارد و نشان دهنده مصرف بهینه غذا در تیمارهای با سطح بالای آرد ماهی است که انعکاسی از کارایی بالای تغذیه‌ای این ماده غذایی است ( Miles and Chapman, 2006).

از نظر تعداد گلبول‌های سفید و قرمز تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد، گرچه تعداد گلبول‌های سفید با افزایش سطح کنجاله آفتابگردان در جیره کاهش یافت. نتایج مطالعه حاضر با پژوهش Moradi و همکاران (۲۰۱۳) در جایگزینی مخلوط منابع گیاهی شامل کنجاله کنجد و آرد گلوتن ذرت در جیره ماهی کپور معمولی و مطالعه Jalili و همکاران (۲۰۱۳) بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مطابقت دارد. از نظر درصد افتراقی گلبول‌های سفید تفاوت بین تیمارها معنی‌دار نبود. Bransden و همکاران (۲۰۰۱)، در پژوهشی بر روی ماهی آزاد اقیانوس اطلس

بر اساس نتایج، وزن نهایی ماهیان در تیمارهای ۲۵ و ۱۰۰ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند و به ترتیب افزایش و کاهش معنی‌داری نیز نسبت به تیمارهای دیگر نشان دادند، اما اختلاف بین سایر تیمارها معنی‌دار نبود. افزایش رشد در تیمارهای میانی را که با نتایج Olvera-Novoa و همکاران (۲۰۰۲) در جایگزینی کنجاله آفتابگردان به جای آرد ماهی در جیره ماهی تیلاپیا (*Tilapia rendalli*) مطابقت دارد، می‌توان نتیجه اثر تکمیلی آمینواسیدهای ضروری به دلیل وجود هم‌زمان هر دو منبع پروتئین گیاهی و جانوری دانست. همچنین کاهش محسوس رشد در بالاترین سطح جایگزینی کنجاله آفتابگردان با نتایج پژوهش‌های پیشین در زمینه جایگزینی کنجاله آفتابگردان در جیره سایر گونه‌های ماهیان ( Olvera-Novoa et al., 2002; Lozano et al., 2007) مطابقت دارد. این امر را می‌توان ناشی از کاهش فعالیت آنزیم‌های گوارشی پروتئولیتیک به ویژه پروتئاز در روده و هپاتوپانکراس، در اثر افزایش میزان پروتئین‌های گیاهی دانست ( Lin et al., 2010). از لحاظ ضریب تبدیل غذایی تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد و سایر تیمارها به

همکاران (۲۰۱۳) در جایگزینی منابع گیاهی به جای آرد ماهی تا سطح ۴۰ درصد در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تفاوت معنی‌داری در میزان هماتوکریت و هموگلوبین مشاهده نکردند که با نتیجه پژوهش حاضر مطابقت دارد، اما در مقابل این نتایج، در اثر افزایش سطح جایگزینی منابع پروتئین گیاهی در جیره کفشک‌ماهی ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*) ابتدا کاهش هماتوکریت و سپس افزایش مجدد آن مشاهده شد (Kikuchi, 1999). نبود تفاوت معنی‌دار در سطح هموگلوبین و درصد هماتوکریت در مطالعه حاضر بر عدم ایجاد اختلال فیزیولوژیکی در اثر فرآیند جایگزینی دلالت دارد، چرا که کاهش تعداد گلبول‌های قرمز و سطح هماتوکریت یکی از چالش‌های جایگزینی منابع گیاهی در جیره آبزیان محسوب می‌شود (Hardy, 2010) که در مطالعه حاضر مشاهده نشد. مطابق نتایج، شاخص‌های خونی شامل MCV، MCH و MCHC در بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نداشتند. با توجه به این که افزایش میزان MCV، MCH و MCHC به عنوان نشانه‌ای از بی‌نظمی و اختلال در فعالیت اندام‌های خون‌ساز مانند طحال و کبد و بروز مسمومیت و کم‌خونی تلقی می‌شود (Munker

*Salmo salar*)، تفاوت معنی‌داری در تعداد نوتروفیل‌ها در تیمارهای تغذیه شده با منابع پروتئین گیاهی نسبت به تیمار شاهد گزارش نکردند که با نتیجه پژوهش حاضر مطابقت دارد. همچنین در تایید نتیجه مطالعه حاضر، Jalili و همکاران (۲۰۱۳) عدم تغییر معنی‌دار در تعداد لنفوسیت‌ها را در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با سطوح متفاوت پروتئین گیاهی گزارش کردند. همین‌طور عدم ایجاد تفاوت معنی‌دار در تعداد لنفوسیت‌ها، مونوسیت‌ها و ائوزینوفیل‌ها در تیمارهای جایگزینی آرد ماهی با منابع گیاهی توسط Jahanbakhshi و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی بر روی فیل‌ماهی (*Huso huso*) گزارش شد که با نتیجه مطالعه حاضر مطابقت دارد.

از نظر سطح هموگلوبین تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. همچنین درصد هماتوکریت بین گروه‌های مختلف آزمایشی تفاوت معنی‌داری نشان نداد. Shimeno و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند که جایگزینی پروتئین گیاهی در جیره ماهی دم‌زرد ژاپنی (*Seriola quinqueradiata*) تفاوتی در هماتوکریت ایجاد نکرد که با نتیجه مطالعه حاضر مطابقت دارد. همچنین Jalili و

دم‌زرد نیز در اثر جایگزینی گلوتن ذرت در جیره مشاهده شد (Shimeno et al., 1993). افزایش معنی‌دار سطح تری‌گلیسرید پلاسما می‌تواند نشان دهنده عدم تامین آمینواسیدهای ضروری به میزان مناسب باشد که منجر به ایجاد اختلال در کار کبد، افزایش لیپوئنز و کاهش بتا اکسیداسیون اسیدهای چرب و سوخت و ساز چربی‌ها می‌شود (Matter et al., 2004). بنابراین عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح تری‌گلیسرید پلاسما در تیمارهای ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد نسبت به گروه شاهد در پژوهش حاضر نشان دهنده عملکرد طبیعی کبد است. از طرف دیگر کاهش سطح تری‌گلیسرید پلاسما در بالاترین سطح جایگزینی، می‌تواند نشان‌دهنده مصرف ذخایر چربی بدن به منظور تامین انرژی باشد که این امر منجر به کاهش رشد خواهد شد (Moradi et al., 2013) که با نتیجه مطالعه حاضر مطابقت دارد.

بررسی نتایج تفاوت معنی‌داری به لحاظ سطح کلسترول پلاسما بین تیمار شاهد و سایر گروه‌های آزمایشی نشان داد. جایگزینی کنجاله آفتابگردان در جیره منجر به کاهش سطح کلسترول پلاسما نسبت به گروه شاهد شد. کاهش سطح کلسترول پلاسما در اثر تغذیه با

(et al., 2007)، عدم تغییر در شاخص‌های ذکر شده در مطالعه حاضر نشان دهنده شرایط مناسب اندام‌های حیاتی بچه‌ماهیان مورد آزمایش تحت تیمار جایگزینی کنجاله آفتابگردان است. در پژوهش حاضر هیچ یک از شاخص‌های خونی در بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نداشتند. عدم تغییر معنی‌دار در شاخص‌های خونی در اثر جایگزینی منابع گیاهی در جیره فیل‌ماهی نیز مشاهده شد (Jahanbakhshi et al., 2013). در مطالعه حاضر با وجود معنی‌دار نبودن تغییرات، بهبود نسبی اغلب شاخص‌های خونی در تیمارهای جایگزینی کنجاله آفتابگردان نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. Sardar و Abid (۲۰۰۹) نیز بهبود شاخص‌های خونی را در ماهی روهو (*Labeo rohita*)، در اثر تغذیه با جیره‌هایی با سطوح بالای منابع گیاهی گزارش کردند که با نتیجه مطالعه حاضر مطابقت دارد.

در اثر جایگزینی کنجاله آفتابگردان تفاوت معنی‌داری در میزان تری‌گلیسرید پلاسما بین تیمار شاهد و گروه‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد مشاهده نشد. از طرف دیگر در تیمار ۱۰۰ درصد، میزان تری‌گلیسرید پلاسما نسبت به سایر گروه‌ها به طور معنی‌داری کم‌تر بود. کاهش سطح تری‌گلیسرید پلاسما در ماهی

پژوهش Moradi و همکاران (۲۰۱۳) در مورد کپور معمولی متفاوت است. گلوکز کربوهیدراتی است که نقش اساسی در مکانیزم بیوانرژتیک جانوران ایفا می‌کند و نوعی از ذخیره انرژی به صورت شیمیایی است که می‌تواند در صورت لزوم به انرژی مکانیکی تبدیل شود و میزان آن در پلاسما تابع عواملی مانند میزان جذب سطحی از روده، مقدار تولید به وسیله کبد و میزان جذب در بافت‌ها است. حفظ غلظت گلوکز در پلاسما به وسیله گلیکوژن در کبد، گلیکولیز و گلوکونئوژن صورت می‌گیرد (Haschek et al., 2010). بنابراین عدم تغییر معنی‌دار در سطح گلوکز پلاسما نشان می‌دهد که فرآیند جایگزینی کنجاله آفتابگردان در جیره، اثری بر مکانیزم انرژی و عملکرد اندام‌های دخیل در سوخت و ساز گلوکز مانند کبد نداشته است.

مطالعه حاضر نشان داد که کاهش استفاده از آرد ماهی برای کاستن میزان قابل توجهی از هزینه غذا امکان‌پذیر است. برای ایجاد تصویر روشن‌تری از مزایا و معایب احتمالی جایگزینی کنجاله آفتابگردان در جیره کپور معمولی، انجام مطالعات تکمیلی در آینده در مورد اثرات تغذیه با این ماده غذایی بر سایر جنبه‌های فیزیولوژیکی مانند آسیب‌شناسی اندام‌های

جیره‌های حاوی منابع گیاهی در مطالعه بر روی قزل‌آلای رنگین‌کمان (Kaushik et al., 1995) و سیم دریایی اروپایی (Dias et al., 2005) نیز مشاهده شد. منابع پروتئین جانوری مانند آرد ماهی منجر به افزایش سطح کلسترول پلاسما می‌شود، در مقابل ترکیبات گیاهی اثر ضدکلسترول دارند (Debry, 2004). پیش‌سازهای کلسترول را متابولیت‌های حاصل از سوخت و ساز پروتئین‌ها در کبد تشکیل می‌دهند (Baghchi et al., 1963). بنابراین می‌توان انتظار داشت که در جیره‌های حاوی میزان زیاد مواد پروتئینی با قابلیت هضم بالا مانند آرد ماهی (Gatlin et al., 2007)، تولید متابولیت‌های پروتئین و در نهایت سنتز کلسترول افزایش یابد که این امر بالا بودن سطح کلسترول در تیمار شاهد را در مطالعه حاضر توجیه می‌کند. از نظر سطح گلوکز تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد با تیمارهای دیگر مشاهده نشد، اما روند تغییرات در سطوح بالای جایگزینی، صعودی بود که با توجه به افزایش سطح اقلام گیاهی در جیره قابل توجیه است. این نتیجه با مطالعه Jahanbakhshi و همکاران (۲۰۱۳) بر روی فیل‌ماهی مطابقت دارد، اما با نتیجه

کنجاله آفتابگردان در جیره تا سطح ۷۵ درصد نتیجه بهتری در بر خواهد داشت.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان لازم می‌دانند مراتب قدردانی خود را نسبت به ریاست محترم، مدیر محترم گروه شیلات، کارکنان و کارشناسان دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، همچنین آقای علی رازگردانی ابراز نموده و جهت مساعدت در انجام مطالعه حاضر سپاسگزاری نمایند.

داخلی، شاخص‌های ایمنی و چرخه مواد مغذی و انرژی در بدن جاندار ضروری به نظر می‌رسد. نتیجه این آزمایش نشان داد که جایگزینی کامل کنجاله آفتابگردان به جای آرد ماهی بدون ایجاد تاثیر منفی بر شاخص‌های خونی در جیره کپور معمولی در مرحله انگشت‌قد امکان‌پذیر است، اما با توجه به کاهش معنی‌دار رشد و همچنین کاهش معنی‌دار سطح تری‌گلیسرید پلاسما در تیمار ۱۰۰ درصد که بر مصرف ذخایر چربی بدن برای تامین انرژی و نقصان انرژی جیره دلالت دارد، جایگزینی



## منابع

- Baghchi K., Ray R. and Datta T. 1963.** The influence of dietary protein and methionine on serum cholesterol level. *American Journal of Clinical Nutrition*, 13(4): 232–237.
- Ballarin L., Dalloro M., Bertotto D., Libertini A., Francescon A. and Barbaro A. 2004.** Haematological parameters in *Umbrina cirrosa* (Teleostei, Sciaenidae): A comparison between diploid and triploid specimens. *Comparative Biochemistry and Physiology A*, 138(1): 45–51.
- Blaxhall P.C. and Daisley K.W. 1973.** Routine haematological methods for use with fish blood. *Fish Biology*, 5(6): 771–781.
- Bransden M.P., Carter C.G. and Nowak B.F. 2001.** Effects of dietary protein source on growth, immune function, blood chemistry and disease resistance of Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr. *Animal Science*, 73(1): 105–113.
- Burtis C.A., Ashwood E.R. and Bruns D.E. 2012.** *Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics*. Elsevier Health Sciences. Washington D.C., USA. 2256P.
- Debry G. 2004.** *Dietary Proteins and Atherosclerosis*. CRC Press. USA. 368P.
- Dias J., Alvarez M.J., Arzel J., Corraze G., Diez A., Bautista J. M. and Kaushik S.J. 2005.** Dietary protein source affects lipid metabolism in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Comparative Biochemistry and Physiology A*, 142(1): 19–31.
- FAO. 2014.** *Fishery and Aquaculture Statistics Yearbook*. FAO Publications, Italy. 103P.
- FAO. 2016.** Sunflower Seed. Retrieved August 03, 2016, from <http://www.faostat3.fao.org>.
- Gatlin D.M., Barrows F.T., Braown P., Dabrowski K., Gaylord T.G., Hardy R.W., Herman E., Hu G., Krogdahl A., Nelson R., Overturf K., Rust M., Sealy W., Skonberg D., Souza E.J., Stone D., Wilson R. and Wurtele E. 2007.** Expanding the utilization of sustainable plant products in aqua feeds: A review. *Aquaculture Research*, 38(6): 551–579.
- Hardy R.W. 2010.** Utilization of plant proteins in fish diets: Effects of global demand and supplies of fish meal. *Aquaculture Research*, 41(5): 770–776.
- Haschek W.M., Rousseaux C. and Walling M.A. 2010.** *Fundamental of Toxicologic Pathology*. Academic Press, USA. 720P.
- Jahanbakhshi A., Imanpoor M., Taghizadeh V. and Shabani A.**

2013. Hematological and serum biochemical indices changes induced by replacing fish meal with plant protein (sesame oil cake and corn gluten) in the great sturgeon (*Huso huso*). *Comparative Clinical Pathology*, 22(6): 1087–1092.
- Jalili R., Tukmechi A., Agh N., Noori F. and Ghasemi A. 2013.** Replacement of dietary fish meal with plant sources in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*); effect on growth performance, immune responses, blood indices and disease resistance. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 12(3): 577–591.
- Kaushik S.J., Cravedi J.P., Lalles J.P., Sumpter J., Fauconneau B. and Laroche M. 1995.** Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout. *Aquaculture*, 133(3): 257–274.
- Kikuchi K. 1999.** Partial replacement of fish meal with corn gluten meal in diets for Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Journal of the World Aquaculture Society*, 30(3): 357–363.
- Lin S., Mai K., Tan B. and Liu W. 2010.** Effects of four vegetable protein supplementation on growth, digestive enzyme activities, and Liver functions of juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*). *Journal of the World Aquaculture Society*, 41(4): 583–593.
- Ljubojevic D., Cirkovic M., Novakov N., Puvaca N., Aleksic N., Lujic J. and Jovanovic R. 2014.** Comparison of meat quality of tench (*Tinca tinca*) reared in extensive and semi-intensive culture systems. *Journal of Applied Ichthyology*, 30(1): 50–57.
- Ljubojevic D., Radosavljevic V., Puvaca N., Zivkov Balos M., Dorpevic V., Jovanovic R. and Cirkovic M. 2015.** Interactive effects of dietary protein level and oil source on proximate composition and fatty acid composition in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 37(1): 44–50.
- Lozano N.B.S., Vidal A.T., Martinez-Llorens S., Merida S.N., Blanco J.E., Lopez A.M., Pla Torres M. and Cerda M.J. 2007.** Growth and economic profit of gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) fed sunflower meal. *Aquaculture*, 272(1): 528–534.
- Matter F., Peganova S. and Eder K. 2004.** Lipid concentrations of fillets, liver, plasma and lipoproteins of African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822), fed diets with varying protein concentrations. *Journal of*

- Animal Physiology and Animal Nutrition, 88(7): 275–287.
- Miles R.D. and Chapman F.A. 2006.** The benefits of fish meal in aquaculture diets. University of Florida. P:1-6 (FA122).
- Moradi N., Imanpoor M. and Taghizadeh V. 2013.** Hematological and biochemical changes induced by replacing fish meal with plant protein in the *Cyprinus carpio* Linnaeus. Global Veterinaria, 11(2): 233–237.
- Munker R., Hillwe E., Glass J. and Paquette R. 2007.** Modern Hematology: Biology and Clinical Management. Humana Press, USA. 498P.
- Olvera-Novoa M.A., Olivera-Castillo L. and Martinez-Palacios C.A. 2002.** Sunflower seed meal as a protein source in diets for *Tilapia rendalli* (Boulenger, 1896) fingerlings. Aquaculture Research, 33(3): 223–229.
- Rehman T., Asad F., Aziz Qureshi N. and Iqbal S. 2013.** Effect of plant feed ingredients (soybean and sunflower meal) on the growth and body composition of *Labeo rohita*. American Journal of Life Sciences, 1(3): 125–129.
- Rehulka J. 2000.** Influence of astaxanthin on growth rate, condition, and some blood indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 190(1): 27–47.
- Sardar P. and Abid M. 2009.** Effect of dietary lysine and methionine supplementation on growth, nutrient utilization, carcass compositions and haemato-biochemical status in Indian major carp, rohu (*Labeo rohita* H.) fed soy protein-based diet. Aquaculture Nutrition, 15(6): 339–346.
- Shimeno S., Masumoto T., Hujita T., Mima T. and Uenos S. 1993.** Alternative protein sources for fish meal in diets of young yellowtail. Nippon Suisan Gakkaishi, 59(1): 137–143.
- World Bank. 2013.** Fish to 2030: Prospects for Fisheries and Aquaculture. Report number 83177-GLB, Agriculture and Environmental Services (AES), Washington D.C., USA. 100P.



## Effect of fish meal replacement with sunflower meal on growth, hematological indices and plasma biochemistry of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings

Kamyar Javid Rahmdel<sup>1</sup>, Hamid Allaf Noverian<sup>2\*</sup>, Bahram Falahatkar<sup>3</sup>,  
Aria Babakhani<sup>4</sup>

Received: April 2016

Accepted: June 2016

### Abstract

The aim of present study was to evaluate the effects of fish meal replacement with sunflower meal on growth, hematological indices and plasma biochemistry of common carp fingerlings. Fish with average weight of  $3.03 \pm 0.36$ g were fed for 10 weeks by five diets including replacement levels of 0, 25, 50, 75 and 100% of fish meal with sunflower meal. Finally, blood samples were taken from caudal vein and hematological indices including red (RBC) and white blood cells (WBC), differential count of WBC, hemoglobin, hematocrit, mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin, mean corpuscular hemoglobin concentration and some biochemical parameters of plasma including triglyceride, cholesterol and glucose were determined. Based on the results, 25 and 100% treatments had significant increase and decrease in final weight, respectively ( $P < 0.05$ ). Differences among treatments in all hematological indices were not significant ( $P > 0.05$ ). In plasma biochemical parameters, there was significant decline in triglyceride level in 100% treatment ( $P < 0.05$ ) and cholesterol was significantly higher in control ( $P < 0.05$ ), but in glucose content, difference was not significant among treatments ( $P > 0.05$ ). According to the results of this study, replacement of fish meal with sunflower meal in common carp fingerlings diet up to 75% is suggested.

**Key words:** *Substitution, Plant Ingredients, Blood Indices, Cyprinids.*

1- M.Sc. Student in Aquaculture, Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran.

2- Associate Professor in Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran.

3- Professor in Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran.

4- Assistant Professor in Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran.

\*Corresponding Author: [navi@guilan.ac.ir](mailto:navi@guilan.ac.ir)