

## بررسی سطوح مختلف پودر شفیره کرم ابریشم بر برخی فاکتورهای خونی و بیوشیمیایی بچه ماهی قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

متین شکوری\*<sup>۱</sup>، حامد قلی پور<sup>۱</sup>، سمیرا ناصری<sup>۲</sup>

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر، باشگاه پژوهشگران جوان، قائم شهر، ایران، صندوق پستی: ۱۶۳

۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، باشگاه پژوهشگران جوان، لاهیجان، ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۶

تاریخ پذیرش: ۸ آبان ۱۳۹۲

تاریخ دریافت: ۲ مرداد ۱۳۹۲

### چکیده

در تحقیق حاضر اثر جایگزینی سطوح مختلف پودر شفیره کرم ابریشم به جای پودر ماهی بر برخی از فاکتورهای خونی و بیوشیمیایی قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، به مدت ۶۰ روز بررسی شد. به این منظور ۳۶۰ قطعه بچه ماهی با میانگین وزنی ۵۵±۳/۴۲ گرم در ۴ تیمار و سه تکرار انتخاب شدند. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح مختلف جایگزینی ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد پودر شفیره کرم ابریشم به جای پودر ماهی بود و تیمار ۱، به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. در پایان دوره آزمایش حداکثر تعداد گلبول‌های سفید ( $2/7 \times 10^6 \text{ mm}^{-3}$ ) و حداکثر تعداد گلبول‌های قرمز ( $1/25 \times 10^6 \text{ mm}^{-3}$ ) در تیمار دوم، حداکثر حجم متوسط گلبول‌های قرمز (۳۸۲/۰۰) در تیمار چهارم، حداکثر مقدار متوسط هموگلوبین گلبول قرمز (۷۴/۳۳)، حداکثر غلظت وزنی متوسط هموگلوبین گلبول قرمز (۲۰/۰۰) و حداکثر غلظت هموگلوبین (۸/۱۳) (mg/dl) در تیمار سوم، حداکثر درصد هماتوکریت (به ترتیب ۴۱/۰۰) در تیمار اول، حداکثر میزان کلسترول (۳۹۱/۳۳) (mg/dl) و تری گلیسیرید (۳۵۷/۳۳) (mg/dl) در تیمار چهارم و حداکثر میزان گلوکز (۷۹/۰۰) (mg/dl) در تیمار شاهد گزارش شد. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که جایگزینی سطوح مختلف پودر شفیره کرم ابریشم به جای پودر ماهی در جیره غذایی قزل آلائی رنگین کمان، تاثیر نامطلوبی را بر پارامترهای خونی و بیوشیمیایی مورد بررسی در این تحقیق نشان نداد.

**کلمات کلیدی:** شفیره کرم ابریشم، قزل آلائی رنگین کمان، فاکتورهای خونی و بیوشیمیایی.

## مقدمه

علم خون‌شناسی در زمینه ماهیان حدوداً از دهه ۸۰ میلادی شکل علمی و کاملی به خود گرفت و از آن جایی که هر گونه ماهی دارای الگوی خونی خاصی است این امر به مشکلات کار خون‌شناسی افزوده است. استفاده از یافته‌های خون‌شناسی علاوه بر مشخص کردن وضعیت فیزیولوژیک ماهی، بیش‌تر در امر تشخیص بیماری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد که در آن با خون‌گیری از ماهی و تعیین پارامترهای خونی و مقایسه با شرایط طبیعی، می‌توان از آن به عنوان یک ابزار تحت بالینی در تشخیص بیماری استفاده کرد و در امر درمان آن کوشید. امروزه اهمیت علم خون‌شناسی و اندوکرینولوژی برای دستیابی به وضعیت فیزیولوژیک مناسب در ماهیان و کنترل تولیدمثل جانوران به وضوح شناخته شده و ریتم‌های دوره‌ای هورمون‌ها، در بافت‌ها و پلاسمای خون ماهیان در چند دهه اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Boujard and Leatherland, 1992). از آن جا که ماهیان تابع شرایط محیطی خود می‌باشند فاکتورهای خونی در آن‌ها متغیر است. بیماری، تغذیه، آلودگی، دما، استرس و ... می‌توانند در تغییر فاکتورهای خونی موثر باشند. مسلم است که در بیماری‌ها فاکتورهای خونی ماهیان مانند انسان تغییر می‌کند و این تغییرات با توجه به مزمن شدن بیماری بیش‌تر خود را نشان می‌دهد. این تغییرات در تعداد WBC و RBC به وضوح مشاهده می‌گردد (Haney et al., 1992).

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با دارا بودن قابلیت سازگاری مناسب، در اکثر آب‌های شیرین که دارای دمای مناسب جهت رشد این گونه هستند، یافت می‌شود و سهم با ارزشی در تامین

غذای انسان دارد. ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نخستین گونه از خانواده آزادماهیان است که به عنوان غذای اصلی انسان اهلی و پرورش یافت (نفیسی بهابادی، ۱۳۸۵). از این رو ماهی قزل‌آلای به عنوان یک گونه اقتصادی در ایران مطرح می‌باشد. منابع پروتئین دریایی به عنوان یکی از مهم‌ترین اقلام تامین‌کننده پروتئین حیوانی در سبد غذایی ملت‌ها، سابقه بس طولانی دارد. امروزه گوشت ماهی با دارا بودن اسیدهای چرب غیراشباع نوع امگا-۳ و همچنین اسیدهای آمینه ضروری با قابلیت هضم بالا، کلسیم و فسفر و ویتامین‌های محلول در چربی منبع غذایی سالمی در رژیم غذایی جوامع شهری محسوب می‌شود. با توجه به اینکه پودر ماهی مهم‌ترین منبع تامین‌کننده پروتئین جیره غذایی ماهیان است و قیمت این فرآورده هر ساله افزایش می‌یابد، لذا در این تحقیق سعی شده که با جایگزینی پودر سفیره کرم ابریشم به جای پودر ماهی با تنوع بخشی به مواد اولیه مصرفی در جیره غذایی و کاهش ضایعات محصولات کشاورزی، تاثیر این جایگزینی بر پارامترهای خونی و بیوشیمیایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بررسی گردد.

کرم ابریشم در دنیا به دو صورت اهلی و وحشی وجود دارد. تمامی انواع کرم ابریشم اهلی متعلق به گونه *Bombyx mori* بوده که به صورت امروزی تکامل یافته‌اند و دوره زندگی کرم ابریشم از چهار مرحله متمایز تخم، لارو، سفیره و پروانه تشکیل می‌گردد (Yang et al., 2008). سفیره کرم ابریشم قسمت مهم پيله است که ۸۰٪ وزن تازه پيله و ۵۰٪ وزن خشک آن را شامل می‌شود (Whilloughby, 1999) و به عنوان یک خوراک پروتئینی غیر متداول و جایگزین قسمتی از پودر ماهی برای حیوانات خشکی‌زی و

عبور داده شدند سپس با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردید.

سپس مواد اولیه وزن شده در داخل یک دستگاه مخلوط کن به ظرفیت ۴۰ کیلوگرم ریخته شدند. اجزای غذایی ابتدا به مدت ۱۰ دقیقه به صورت خشک هم زده شده و سپس به آن ۳۰ درصد وزن خشک غذا، آب با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد، روغن سویا، لستین و سایر افزودنی‌ها اضافه گردید. سپس مخلوط اجزای غذایی، به مدت ۱۵ دقیقه هم زده و با استفاده از دستگاه پلت ساز به صورت پلت‌هایی با قطر متوسط ۳/۵ میلی‌متر درآمد. به منظور تسریع در خشک شدن، پلت‌های غذایی را در سالن با دمای حدود ۴۰ درجه سانتی گراد بر روی صفحات چوبی پخش شد.

آب تانک‌های آزمایشی روزانه به میزان ۵۰ درصد تعویض و در روزهای زیست‌سنجی ماهیان که هر ۱۰ روز یک‌بار انجام می‌شد، آب تانک‌ها به میزان ۹۰ درصد تعویض می‌گردیدند.

میزان کل غذای مورد نیاز برای کلیه تیمارها بر اساس نتایج حاصل از زیست‌سنجی بچه ماهیان (هرده روز یک‌بار) در هر یک از تانک‌های پرورش، با در نظر گرفتن میانگین دمای آب، و بر اساس جدول استاندارد در نظر گرفته شد. میزان غذادهی برحسب درصد وزن بدن و دفعات غذادهی روزانه برای ماهیان تحت آزمایش طبق معادله ۱ محاسبه شد (Timmons *et al.*, 2001).

معادله (۱)

$$T = 40 \times \frac{\sqrt{W}}{T^{1/4}}$$

(بر حسب ساعت)

W = وزن بدن (گرم)

T = دما (درجه سانتی گراد)

آبزیان است که به عنوان یک محصول فرعی پس از جدا کردن رشته‌های ابریشم از پیله بدست می‌آید (Joachim, 2002). برخی زیست‌شناسان ترکیبات فعالی در شفیره کرم ابریشم شناسایی نمودند که برای سلامتی مفید است (Ding *et al.*, 2001). همچنین محققین فعالیت‌های فارماکولوژیک و فیزیولوژیک متعددی از شفیره کرم ابریشم را نشان دادند که می‌تواند به عنوان واسطه دارویی به صورت مکمل‌های غذایی مورد استفاده قرار گیرد (Timmons *et al.*, 2001).

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی تنکابن و بر روی ماهیان به ظاهر سالم انجام گرفت. برای این منظور تعداد ۳۶۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با میانگین وزنی ۵۵±۳/۴۲ گرم در ۱۲ تانک پلی اتیلن ۳۰۰ لیتری با تراکم ۳۰ قطعه در هر تانک به مدت ۶۰ روز پرورش داده شد. آب ورودی از چشمه و با دبی ۰/۵ لیتر در دقیقه، تحت فشار همراه با هوادهی از طریق پمپ هوا وارد هر تانک می‌شد. تحقیق مورد بررسی شامل ۳ تیمار آزمایشی و ۱ تیمار شاهد بود و هر تیمار با ۳ تکرار انجام شد.

سطوح جایگزینی پودر شفیره کرم ابریشم به جای پودر ماهی صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد در نظر گرفته شد. مواد اولیه غذایی مورد استفاده شامل آرد ذرت، آرد سویا، پودر ماهی، پودر شفیره کرم ابریشم، روغن سویا و... می‌باشد. نتایج تجزیه تقریبی مواد اولیه مصرفی در جدول ۲ و نتایج آنالیز جیره‌های غذایی ساخته شده در جدول ۳ ارائه شده است.

پس از تعیین درصد اجزای غذایی مورد نیاز، ابتدا مواد اولیه مورد نیاز آسیاب و از الک ۵۰۰ میکرونی

جدول ۱: ترکیب جیره‌های آزمایشی مورد استفاده

جیره ۴	جیره ۳	جیره ۲	جیره ۱ (شاهد)	مواد خوراکی (%)
۱۶/۳	۱۴/۳۵	۱۲/۴	۱۰/۵	آرد ذرت
۲۱/۵	۲۱	۲۰/۵	۲۰	آرد سویا
۳۷/۵	۴۲/۵	۴۷/۵	۵۲/۵	پودر ماهی
۱۵	۱۰	۵	۰	پودر شغیره کرم ابریشم
۴/۷	۷/۱۵	۹/۶	۱۲	روغن سویا
۲	۲	۲	۲	پرمیکس (ویتامینی_ معدنی)
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	لستین
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	سایر افزودنی‌ها
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	جمع کل (%)

جدول ۲: تجزیه تقریبی برخی از مواد اولیه مصرفی در جیره غذایی

نوع ترکیب	پودر ماهی (%)	پودر شغیره کرم ابریشم (%)	آرد ذرت (%)	آرد سویا (%)
پروتئین خام	۶۴/۰۱	۵۳/۶	۸/۵۸	۳۵/۱۲
چربی خام	۹/۸۳	۲۹/۸	۳/۲	۳/۱۴
رطوبت	۸/۴۴	۵	۱۰/۶	۱۰
خاکستر	۱۳/۴۸	۳/۳	۱/۲	۵/۱۸
فیبر	۰/۰۵	۴/۶	۳/۳۱	۵/۵
عصاره عاری از ازت (NFE)	۴/۱۹	۳/۷	۷۳/۱۱	۴۱/۰۶

جدول ۳: نتایج آنالیز جیره‌های غذایی (به جز رطوبت سایر آنالیزها مربوط به ماده خشک نمونه است)

ترکیب جیره (%)	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴
پروتئین خام	۳۹/۷۵	۳۸/۰۲	۳۹/۱	۳۸/۹۲
چربی خام	۲۲/۱۹	۲۰	۱۹/۱۲	۲۰/۴۵
رطوبت	۹/۲۲	۹/۷۵	۹/۵۹	۱۰/۹
خاکستر	۱۵/۶	۱۶/۸	۱۶/۱	۱۴/۹
فیبر	۲/۷۱	۱/۷۲	۱/۵۹	۱/۷۱
ماده خشک	۹۰/۷۸	۹۰/۲۵	۹۰/۴۱	۸۹/۱
عصاره عاری از ازت (NFE)	۱۱/۵۳	۱۳/۷۱	۱۴/۵	۱۳/۱۲

۱۰۰ میلی گرم در لیتر انجام شد، با استفاده از سرنگ، ۱/۵ سی سی خون از هر تکرار درون لوله ویال (Eppendorf) آغشته به ماده ضد انعقاد خون (هپارین) ریخته شد. بلافاصله تعداد گلبول‌های سفید، تعداد

در پایان دوره ۶۰ روزه، پس از گذشت ۴۸ ساعت از زمان قطع تغذیه، ۵ عدد از ماهی‌های هر تکرار به طور تصادفی صید گردید، مراحل بیهوشی توسط تریکائین متان سولفونات (MS222) (pH:۷)، با غلظت

گلوبول‌های قرمز، غلظت هموگلوبین (Vankampen, 1961)، درصد هماتوکریت، میزان کلسترول، تری-گلیسرید و گلوکز (Sandnes et al., 1987) آن تعیین شد. حجم متوسط گلوبول‌های قرمز (MCV)، مقدار متوسط هموگلوبین گلوبول قرمز (MCH)، غلظت وزنی متوسط هموگلوبین گلوبول قرمز (MCHC) نیز محاسبه شد.

طرح کلی این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی (Randomized Design Completely) و کلیه اطلاعات ثبت شده در انتهای آزمایش بوسیله آنالیز واریانس یکطرفه (one-way ANOVA) و تست دانکن (Duncan, 1955) به عنوان Post Hoc، جهت مقایسه میانگین‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اختلافات بین میانگین‌ها در تیمارهای مختلف با سطح اطمینان ۹۵ درصد ( $P < 0.05$ ) تعیین گردید. کلیه عملیات مربوطه بوسیله نرم افزار SPSS ۱۷ مورد سنجش قرار گرفت.

## نتایج

نتایج حاصل از تغذیه بچه ماهیان با جیره های آزمایشی بر میزان فاکتورهای خونی در انتهای دوره نشان داد که حداکثر تعداد گلوبول‌های سفید متعلق به

تیمار (۴) و حداقل متعلق به تیمار (۲) می‌باشد ( $P < 0.05$ ). تیمار (۲) حداکثر تعداد گلوبول‌های قرمز و تیمار (۴) حداقل تعداد گلوبول‌های قرمز را به خود اختصاص دادند ( $P < 0.05$ ). بیشترین حجم متوسط گلوبول‌های قرمز در تیمار (۴) و کمترین آن در تیمار (۲) مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). نتایج نشان دادند که حداکثر مقدار متوسط هموگلوبین گلوبول قرمز متعلق به تیمار (۳) و حداقل متعلق به تیمار (۲) می‌باشد و تفاوت معنی‌دار بین دو تیمار وجود دارد ( $P < 0.05$ ). بین غلظت وزنی متوسط هموگلوبین گلوبول قرمز تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌دار دیده نشد ( $P > 0.05$ ). همچنین از نظر میزان هماتوکریت نیز بین تیمارها تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ) (جدول ۴).

بیشترین میزان کلسترول خون متعلق به تیمار (۴) و کمترین متعلق به تیمار (۳) می‌باشد. بررسی‌های آماری صورت گرفته حاکی از عدم وجود تفاوت معنی‌دار در میزان تری گلیسرید خون بین تیمارها را نشان داد ( $P > 0.05$ ). بین تیمارها از نظر میزان گلوکز تفاوت معنی‌دار مشاهده شد ( $P < 0.05$ ) (جدول ۵).

جدول ۴: میانگین میزان فاکتورهای خونی (انحراف معیار  $\pm$  میانگین) بچه ماهیان در انتهای دوره آزمایش

پارامتر	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴
گلوبول سفید ( $\times 10^4 / \text{Cumm}$ )	۱/۹ $\pm$ ۰/۱ <sup>b</sup>	۲/۷ $\pm$ ۰/۴ <sup>d</sup>	۰/۹۳ $\pm$ ۰/۴ <sup>c</sup>	۱/۷ $\pm$ ۰/۱ <sup>a</sup>
گلوبول قرمز ( $\times 10^6 / \text{Cumm}$ )	۱/۲۲ $\pm$ ۰/۱۵ <sup>b</sup>	۱/۲۵ $\pm$ ۰/۱۵ <sup>a</sup>	۱/۰۸ $\pm$ ۰/۳۷ <sup>c</sup>	۰/۹ $\pm$ ۰/۱۱ <sup>d</sup>
هموگلوبین mg/dl	۷/۸۶ $\pm$ ۰/۲۳ <sup>ab</sup>	۷/۰۶ $\pm$ ۰/۹۵ <sup>b</sup>	۸/۱۳ $\pm$ ۰/۱۵ <sup>a</sup>	۶/۸۳ $\pm$ ۰/۴۵ <sup>b</sup>
هماتوکریت %	۴۱/۰۰ $\pm$ ۳/۶۱ <sup>a</sup>	۳۶/۳۳ $\pm$ ۵/۸۶ <sup>a</sup>	۳۸/۶۶ $\pm$ ۲/۰۸ <sup>a</sup>	۳۷/۰۰ $\pm$ ۱/۰۰ <sup>a</sup>
MCV fl	۳۳۷/۶۶ $\pm$ ۴۴/۵۵ <sup>ab</sup>	۳۰۵/۶۶ $\pm$ ۴۹/۱۰ <sup>b</sup>	۳۶۴/۶۶ $\pm$ ۴/۵۱ <sup>ab</sup>	۳۸۲/۰۰ $\pm$ ۳۳/۷۲ <sup>a</sup>
MCH pg	۶۲/۰۰ $\pm$ ۵/۲۹ <sup>bc</sup>	۵۵/۰۰ $\pm$ ۸/۰۰ <sup>c</sup>	۷۴/۳۳ $\pm$ ۳/۲۱ <sup>a</sup>	۶۹/۶۶ $\pm$ ۳/۵۱ <sup>ab</sup>
MCHC %	۱۹/۰۰ $\pm$ ۱/۰۰ <sup>a</sup>	۱۸/۶۶ $\pm$ ۰/۵۸ <sup>a</sup>	۲۰/۰۰ $\pm$ ۱/۰۰ <sup>a</sup>	۱۸/۶۶ $\pm$ ۰/۵۸ <sup>a</sup>

\*درج حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها در سطح احتمال ۰/۰۵ % است.

جدول ۵: میانگین میزان فاکتورهای بیوشیمیایی (انحراف معیار  $\pm$  میانگین) بچه ماهیان در انتهای دوره آزمایش

پارامتر	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴
کلسترول mg/dl	۳۷۰±۲۲/۶۱ <sup>a</sup>	۳۷۳±۹/۱۷ <sup>a</sup>	۳۳۷/۳۳±۴۶/۸۸ <sup>a</sup>	۳۹۱/۳۳±۱۴/۷۴ <sup>a</sup>
تری گلیسیرید mg/dl	۳۴۸/۳۳±۱۷/۶۷ <sup>a</sup>	۳۲۶/۰۰±۱۶/۷۰ <sup>a</sup>	۳۴۲/۰۰±۹/۰۰ <sup>a</sup>	۳۵۷/۳۳±۱۹/۰۹ <sup>a</sup>
گلوکز mg/dl	۷۹/۰۰±۲/۶۵ <sup>a</sup>	۷۴/۳۳±۵/۰۳ <sup>a</sup>	۶۷/۰۰±۳/۴۶ <sup>b</sup>	۶۱/۳۳±۱/۱۵ <sup>b</sup>

\*درج حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بین گروه‌ها در سطح احتمال ۰/۰۵٪ است.

## بحث

تاکنون مطالعه‌ای در خصوص تاثیر پودر سفیره کرم ابریشم بر روی فاکتورهای خونی ماهی انجام نشده است. در این تحقیق جایگزینی پودر سفیره کرم ابریشم به جای پودر ماهی در جیره غذایی تیمارهای آزمایشی باعث شد که تعداد کل گلبول‌های سفید خون نسبت به گروه شاهد روند افزایشی داشته باشد. بیان شده که تحریک ایمنی با افزایش سطح آنتی بادی‌ها در ارتباط است و برخی عوامل سلولی از قبیل فاگوسیتوزیس گلبول‌های سفید و فعالیت لنفوسیت‌ها نقش مهمی را در سیستم ایمنی ماهی‌ها ایفا می‌نمایند (Anderson *et al.*, 1979). Zohu و همکاران (۲۰۰۶) اثر استفاده از سفیره کرم ابریشم در جیره غذایی موش بر روی فاکتورهای خونی را مورد بررسی قرار دادند و اختلاف معنی‌داری در تعداد کل گلبول‌های سفید مشاهده نکردند.

سطوح متفاوت پودر سفیره کرم ابریشم در غذای تیمارهای آزمایشی منجر به کاهش تعداد گلبول‌های قرمز خون در تیمارهای آزمایشی نسبت به گروه شاهد شده است با افزایش سطح جایگزینی پودر سفیره کرم ابریشم در جیره غذایی، تعداد گلبول‌های قرمز خون کاهش یافته اما اثر منفی نشان نداده است. تقریباً تمامی اکسیژنی که در خون حیوانات حمل می‌گردد به هموگلوبین موجود در گلبول‌های قرمز خون متصل می‌باشد (محمدی، ۱۳۸ و ۱۳۸۵). تیمار (۳) حداکثر

میزان هموگلوبین را به خود اختصاص داده که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری ندارد. در مطالعه Zohu و همکاران (۲۰۰۶) بر روی موش، تفاوتی بین تعداد گلبول‌های قرمز در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. از نظر مقدار هماتوکریت، مقادیر اندازه‌گیری شده نزدیک به هم هستند. هماتوکریت که حجم فشرده گلبول‌های قرمز می‌باشد تا حدی به تعداد گلبول‌های قرمز وابسته است اما به نسبت بیش‌تر به میزان پلاسما یا بخش مایع خون بستگی دارد بنابراین نباید انتظار داشت، با افزایش یا کاهش تعداد گلبول‌های قرمز حتماً درصد هماتوکریت زیاد یا کم شود، به طوری که مقدار آن حتی در ماه‌های مختلف سال نیز تغییر می‌کند (Sandnes *et al.*, 1987). تعیین مقدار هموگلوبین، درصد هماتوکریت و دانستن تعداد گلبول قرمز خون برای به دست آوردن اندیکس‌های گلبول قرمز و پی بردن به وضعیت خون سازی ماهی ضروری می‌باشد. در تحقیق حاضر در تیماری که بیش‌ترین میزان پودر سفیره کرم ابریشم با پودر ماهی جایگزین شده بود حداکثر حجم متوسط گلبولی را به خود اختصاص داده است. حداکثر مقدار متوسط هموگلوبین گلبول قرمز نیز در تیماری که ۱۰٪ پودر سفیره کرم ابریشم با پودر ماهی جایگزین شده بود، مشاهده شد. بین غلظت وزنی متوسط هموگلوبین گلبول قرمز تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌دار دیده نشد. نتایج شمارش گلبول قرمز و

میزان سفیره کرم ابریشم روند کاهشی را بین تیمارهای آزمایشی نشان دادند. نتایج میزان گلوکز بدست آمده از تحقیق حاضر با نتایج Zohu و همکاران (۲۰۰۶) بر روی موش و آزمایش Rye و همکاران (۱۹۹۷) بر روی انسان مطابقت دارد. Shi و همکاران (۱۹۹۰) نشان دادند که مصرف سفیره کرم ابریشم باعث کاهش گلوکز خون می‌گردد بدون این که اثری روی میزان کلسترول، تری گلیسیرید، اسید لینولئیک و اسید لینولنیک بگذارد. با توجه به نتایج حاصله از تحقیق حاضر، جایگزینی پودر سفیره کرم ابریشم به جای پودر ماهی تا سطح ۱۵٪ در جیره غذایی قزل آلاهی رنگین کمان تاثیر نامطلوبی بر شاخص‌های خون را نشان نداد و عملکردی مشابه را در تیمارهای مورد آزمایش با تیمار شاهد، داشتیم. با توجه به نتایج این آزمایش و فراوانی سفیره کرم ابریشم در استان‌های شمال کشور، این جایگزینی می‌تواند در اقتصاد تولید نقش مثبتی داشته باشد. همچنین از این طریق، استفاده بهینه از ضایعات کشاورزی و جلوگیری از هدر رفتن آن‌ها می‌شود.

### سپاسگزاری

لازم می‌دانیم مراتب قدردانی و سپاس خود را از ریاست محترم مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی تنکابن آقای دکتر ذریه زهراو کارکنان آن مرکز ابراز داریم و همچنین از راهنمایی‌ها و زحمات بی دریغ ریاست محترم مرکز آموزش کشاورزی تنکابن (سلمان‌شهر) آقای مهندس ابوذری تشکر و قدردانی می‌نماییم.

### منابع

۱. محمدی، ر.، ۱۳۸۵. ترجمه اصول بیوشیمی لنینجر (جلد اول). نوشته مایکلم. کاکس و دیوید ال. نلسون، انتشارات آیتز، ۵۵۴ صفحه.

اندیس‌های آن و هموگلوبین با نتایج آزمایش Johnson و همکاران در سال (۲۰۰۳) که از برگه یونجه به جای پودر ماهی در جیره غذایی جوجه گوشتی استفاده نمود، مطابقت دارد. با افزایش سطح جایگزینی پودر سفیره کرم ابریشم به جای پودر ماهی در غذای تیمارهای آزمایشی میزان کلسترول و تری-گلیسرید تفاوت معنی‌داری را نشان نداد، اگرچه تفاوت‌های عددی وجود داشت. در آزمایشی که توسط Kaushik و همکاران (۱۹۹۵) با جایگزینی پودر ماهی با سویا بر روی قزل آلاهی رنگین کمان انجام گردید کاهش کلسترول مشاهده گردید. بررسی‌های انجام شده در خصوص تغییر میزان پروتئین جیره توسط Kennish و همکاران (۱۹۹۲) منجر به تغییرات در غلظت کلسترول عضلات ماهی آزاد چینوک شد. Goulding و همکاران (۱۹۸۳) گزارش نمودند که پودر ماهی هیبر کلسترومیک است و جایگزینی آن با پودر سویا که پروتئین گیاهی است منجر به کاهش کلسترول سرم می‌گردد.

De Schrijver (۱۹۹۰) گزارش نمود که کاهش نسبت لیزین به آرژنین باعث کاهش کلسترول در انسان می‌گردد که این مطلب توسط Horigome و Cho در سال (۱۹۹۲) در موش‌ها هم تایید شد، می‌توان گفت احتمالاً کاهش نسبت لیزین به آرژنین باعث کاهش کلسترول سرم خون ماهی شده است. اگرچه بعضی‌ها اعتقاد دارند که سایر اسیدهای آمینه هم ممکن است در این امر دخیل باشند. این نتایج نشان می‌دهند که متابولیسم کلسترول در ماهی‌ها نسبت به جانوران خشکی‌زی متفاوت است یا این که مکانیسم‌های متعدد دیگری در گیر متابولیسم کلسترول هستند که این مسئله نیاز به مطالعات بیش‌تری دارد. میزان گلوکز با افزایش

11. Joachim, H.W., 2002. Silkworm Pupae Meal-A non-conventional Feedstuff. *Feed Technology*, Vol. 6(7), pp. 36-37.
  12. Johnson, O.A., 2003. Equi-protein eplacement of Fishmeal with *Leucaena* Leaf Protein Concentrate: An Assessment of Performance Characteristics and Muscle Development in the Chicken. *International Journal of Poultry Science*, Vol. 2 (6), pp. 421-429.
  13. Kaushik, S.J., Cravedi, J.P., Lalles, J.P., Sumpter, J., Fauconneau, B., 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, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, Vol.133, pp. 257-274.
  14. Ryu, K.S., Lee, H.S., Choue, R.W., 1997. An activity of lowering blood-glucose levels according to preparative condition of silkworm power. *Korean Journal of Sericulture Science*, Vol.39, pp. 79-85.
  15. Sandnes, K., Lio, O., Waagboe, R., 1987. Normal ranges of some blood chemistry parameters in adult formed Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Journal of Fish Biology*, Vol. 32(1), pp.129-135.
  16. Shi, J.M., Xie, C.X., Zhang, W.J., Shen, J.M., 1990. Effects of silkworm on serum protein, hemoglobin, glutamate-pyruvate transaminase and glucose. *Journal of Modern Applied Pharmacy*, Vol.7 (2), pp.1-3.
  17. Timmons, M.B., Ebeling, J.M., Wheaton, F.W., Summerfelt, S.T., and Vinci, B.J., 2001. Recirculating aquaculture systems. NRAC. Publication no. 01-002, Cayuga Aqua Ventures, Ithaca, NY, 650pp.
  18. Vankampen, E.J., 1961. Determination of haemoglobin. *Journal of Clinical Chemistry And Laboratory medicine*, Vol. 5, pp. 719-720.
  19. Whilloughby, S., 1999. *Salmonid farming*. Fishing news books. 329p.
  20. Yang, Y., Tang, L., Tong, L., and Liu, H., 2008. Silkworm's culture as a source of protein for humans in space. *Advances in Space Research*. Elsevier, 43(8), pp. 1236-1242.
  21. Zhou, J., and Han, D., 2006. Safety evaluation of protein of silkworm pupae. *Food and Chemical Toxicology*, Vol.44, pp. 1123-1130.
۲. محمدی، ر.، ۱۳۸۶. ترجمه بیوشیمی پزشکی هارپر (ویرایش بیست و هفتم). نوشته رابرت مورای، داریل ک. گرانرو ویکتور و. رادول. انتشارات آییژ، ۸۸۰ صفحه.
  ۳. نفیسی بهابادی، م.، ۱۳۸۵. راهنمای عملی تکثیر و پرورش ماهی قزل آلائی رنگین کمان، انتشارات دانشگاه هرمزگان، ۲۸۲ صفحه.
  4. Anderson, D.P., Roberson, B.S., Dixon, O.W., 1979. Plaque-forming cells and humoral antibody in Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) induced by immersion in a *Yersinia ruckeri* O-antigen preparation. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, Vol. 36, pp. 639-639.
  5. Boujard, T., Leatherland, F., 1992. Circadian pattern of hepatosomatic index, Liver glycogen and Lipid content, plasma non-ester, free fatty acid, glycogen, growth and cortisol concentration in *Oncorhynchus mykiss*, *Fish Physiology and Biochemistry*, Vol.10(2), pp.111-122.
  6. De Schrijver, R., 1990. Cholesterol metabolism in mature and immature rats fed animal or plant protein. *Journal of Nutrition*, Vol.120, pp.1624-1632.
  7. Ding, H., Zhang, X.M., Wei, X.B., Zhu, Q.F., Deng, S.H., Wu, B.J., 2001. The effect of PUFAS in silkworm pupae oil on serum lipids, EPA and DHA levels in rats. *Academiae Medicinae Shandong*, Vol. 39(5), pp. 455-459.
  8. Duncan, D.B., 1955. Multiple range and multiple (F) test. *Biometrics*, Vol.11, pp. 1- 42.
  9. Haney, D.C., Hurush, D.A., Mix, M.C., Winton, J.R., 1992. Physiological and hematological changes in chum salmon artificially infected with erythrocyte necrosis virus. *Journal of Aquatic Animal Health*, Vol. 4(1), pp. 48-57.
  10. Horigome, T., Cho, Y.S., 1992. Dietary casein and soybean protein affect the concentrations of serum cholesterol, triglyceride and free amino acids in rats. *Journal of Nutrition*, Vol. 122, pp.2273-2282.