اثر کرم‌خاکی (*Eisenia fetida*) بر رشد و شاخص‌های خون‌شناسی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان(*Oncorhynchus mykiss*)

امید یزدی[۱]، اسماعیل پیرعلی خیرآبادی*[۱]، روح اله رحیمی[۱]، مهرداد فتح الهی[۱]، سیده عاطفه میراحمدی[۱]

۱- گروه شیلات و محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۳/۱۸

چکیده

کرم خاکی *Eisenia fetida* جزو گونه‌های مهم تجاری است که پرورش آن در چند سال گذشته در جهان و ایران افزایش پیدا کرده است. تهیه غذا در تولید متراکم، مهم‌ترین فرآیند در پرورش آبزیان به شمار می‌آید و هزینه آن به طور معمول ۶۰-۳۰ درصدکل هزینه های لازم را برای سیستم‌های پرورش ماهی و سخت پوستان تشکیل می‌دهد. استفاده از غذاهای زنده به لحاظ حفظ ارزش غذایی تا زمان مصرف، دارا بودن آنزیم‌های گوارشی و کمک به هضم راحت‌تر غذا به هنگام مصرف و کاربردهای ارزشمند دیگر مورد توجه می‌باشد. این بررسی به منظور استفاده از کرم خاکی در تغذیه ماهی قزل آلای رنگین کمان انجام گردید. در این تحقیق اثر سطوح مختلف کرم خاکی بر روی شاخص‌های رشد و هماتولوژی ماهی قزل آلای رنگین کمان اندازه‌گیری شد. ۳۶۰ عدد بچه ماهی با میانگین وزنی ۱۰ گرم در ۴ تیمار آزمایشی (هر تیمار ۹۰ ماهی) تقسیم شدند. چهار جیره غذایی حاوی ۱۰، ۲۰، ۳۰ درصد و یک جیره بدون کرم خاکی به عنوان شاهد در یک دوره پرورش ۱۰ هفته ای مورداستفاده قرارگرفت. از نظر آماری بین جیره‌های حاوی سطوح‌مختلف کرم‌خاکی تفاوت معناداری در هیچ‌یک از شاخص‌های رشد و هماتولوژِی وجود نداشت. با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش و سادگی پرورش کرم خاکی می توان کرم خاکی را تا سطح ۳۰ درصد در جیره ماهی قزل آلا به کار برد بدون آنکه اثرات منفی روی رشد این ماهی داشته باشد.

کلمات کلیدی: کرم‌خاکی(*Eisenia fetida*)، قزل‌آلای‌رنگین کمان(*Oncorhynchus mykiss*)، تغییرات رشد، فاکتورهای‌خونی.

* عهده‌دار مکاتبات (✉) esmaeil_pirali@yahoo.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.1.7.5]

مقدمه

پرورش آبزیان به عنوان یکی از فعالیت‌های مهم تولیدی در بسیاری از کشورهای جهان محسوب می‌شود. در این ارتباط کمبود منابع آبی سبب شده است که در بیشترین کشورها پرورش متراکم جایگزین روش های نیمه متراکم و گسترده گردد (فهیم دژبان،۱۳۹۲). تهیه غذا در تولید متراکم مهم‌ترین فرآیند در پرورش آبزیان به‌شمار می‌آید و هزینه آن به طورمعمول ۶۰-۳۰٪ کل هزینه های لازم را برای سیستم های پرورش ماهی و سخت‌پوستان تشکیل می‌دهد (افشار مازندران، ۱۳۸۱). بنابراین مطالعه در این زمینه از اهمیت ویژه ای برخورداراست.

امروزه ماهی قزل‌آلای‌رنگین کمان به عنوان مهمترین ماهی پرورشی در ایران محسوب می‌گردد (خارا و همکاران، ۱۳۹۲). تغذیه یکی از مهم‌ترین جوانب پرورش ماهی قزل‌آلا بوده و قادر خواهدبود تا وضعیت سلامتی و عملکرد رشد در ماهیان‌پرورشی را تحت تاثیر قراردهد (ایمان‌پور و همکاران، ۱۳۹۸). قزل‌آلای‌رنگین‌کمان از نظر تغذیه‌ای گونه‌ای گوشت-خوار محسوب می‌شود که از نرم‌تنان، سخت‌پوستان و ماهیان‌ریز و بسیاری دیگر از انواع آبزیان‌کفزی و شناور تغذیه می‌نمایند. در شرایط پرورشی بایستی غذای قزل-آلا شامل کلیه اجزا غذایی لازم و مورد نیاز باشد تا بتوان رشد خوب و مرگ و میر پایین از آن انتظار داشت. غذای کامل قزل آلا در سیستم پرورشی مخلوطی است از پودر ماهی، آردهای گیاهی که با مواد معدنی و ویتامین های خالص مخلوط می شود (صالحی، ۱۳۹۰). ترکیبات هر ماده غذایی بویژه میزان پروتئین، عامل مهمی در انتخاب آن به عنوان غذا در صنعت کشت و پرورش آبزیان می باشد. منابع پروتئینی در جیره علاوه بر اینکه بخش مهمی از جیره آبزیان را به خود اختصاص می دهند، گران‌ترین بخش جیره نیز محسوب می‌گردند. استفاده از غذاهای زنده به لحاظ حفظ ارزش غذایی تا زمان مصرف، دارا بودن آنزیم های گوارشی و کمک به هضم راحت تر غذا به هنگام مصرف و کاربردهای ارزشمند دیگر، مورد توجه می باشد. در بین انواع غذاهای زنده، استفاده از برخی از کرم‌ها و کرمی‌شکلان روند افزایشی پیدا کرده است (صفرخانلو،۱۳۸۳).

کرم‌خاکی *Eisenia foetida* از انواع غذاهای زنده ای است که با ترکیبات پروتئینی(اسیدهایآمینه) واسیدهای‌چرب خود قادر به تأمین نیازهای تغذیه‌ای آبزیان می‌باشد. میزان چربی به نسبت کم آن (۱۱-۹ درصد) در مقایسه با سایر غذاهای زنده در کنار درصد بالای پروتئین (۶۳-۵۹ درصد)، کرم‌خاکی را در ردیف غذاهای با ارزش قرار داده‌است (Ng *et al.*, 2001). ترکیبات مناسب اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه ضروری و وجود امگا ۳ زیاد در این موجود، استفاده از آن را نسبت به منابع گیاهی متمایز ساخته است (Ng *et al.*, 2001). هضم و جذب آسان کرم‌خاکی، علاوه بر دیگر خصوصیات مفید آن، استفاده آن را در پرورش دوران نوزادی و لاروی انواع آبزیان، کاربردی ساخته است. استفاده از غذای زنده در تغذیه آبزیان باعث افزایش رشد و درصدبقا، تحمل بیشتر نوسانات محیطی و بیماری و جذب بهتر پروتئین در بدن می‌گردد (Ng *et al.*, 2002). استفاده از کرم‌خاکی بویژه در تغذیه بچه ماهیان می‌توان علاوه بر تامین احتیاجات غذایی آن‌ها صرفه‌جویی قابل‌توجهی در هزینه‌های تغذیه آبزیان به‌عمل‌آورد (William *et al.*, 2000).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.1.7.5]

سلیمانی و همکاران در سال ۱۳۹۴ تأثیر جایگزینی پودر ماهی با پودر کرم‌خاکی در جیره غذایی بر عملکرد رشد و کارایی تبدیل در بچه تاس‌ماهیان سیبری به مدت ۱۲ هفته بررسی کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان‌داد که تیمار ۱۰ درصد و ۲۰ بالاترین وزن نهایی را در بین سایر تیمارها داشتند.

Tacon و همکاران در سال۱۹۸۳ ارزش غذایی سه نوع کرم‌خاکی شامل *Allolobophora longa*، *Lumbricus terrestris* و *Eisenia fetida* را در جیره قزل آلای‌رنگین‌کمان به‌جای پودر ماهی هرینگ مورد بررسی قرار دادند. آنها گزارش کردند که میزان رشد ماهی‌هایی که پلت حاوی ۵۰ درصد پودر کرم‌خاکی آیزنیا فتیدا مصرف کرده‌بودند، همانند میزان رشد در تیمار پلت ۱۰۰ درصد ماهی هرینگ بود. Yang و همکاران، در سال ۲۰۰۱، که در تغذیه ماهی آب‌شیرین رودخانه‌ای چین *Mystus guttatus* از کرم‌خاکی استفاده‌کردند، رشد بهتری در مقایسه با گروه شاهد، به وضوح مشاهده‌گردید.

بنابراین استفاده از کرم‌خاکی در تغذیه ماهی قزل آلا می‌تواند بر روی فاکتورهای رشد این ماهی تاثیرگذار باشد .

بافت خون شاخص مهمی برای وضعیت فیزیولوژیک اندام‌های بدن در تشخیص سلامت، بیماری و کنترل روند زیستی موجودات زنده از جمله ماهیان می‌باشد و تجزیه و تحلیل شاخص‌های خونی راهنمای با ارزشی در ارزیابی وضعیت زیستی آبزیان می‌باشد (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۰). بنابراین می توان بیان داشت که تغذیه ماهی به عنوان یکی از شرایط محیطی قابل تغییر می تواند بر روی فاکتورهای خونی تاثیرگذار بوده و در نتیجه بررسی این فاکتورها می‌تواند در روند بررسی سلامت ماهی نقش موثری را ایفا نماید.

مواد و روش‌ها

همه مراحل عملی و اجرایی این تحقیق از آذرماه تا اسفند ماه ۱۳۹۳ در مرکز علمی‌کاربردی نگین واقع در شهرکرد به انجام‌رسید. نمونه های خون برای بررسی های لازم به آزمایشگاه شیلات دانشگاه شهرکرد منتقل شد. مراحل تجزیه و تحلیل‌های آماری در دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد انجام‌گرفت.

در آذر ماه سال ۱۳۹۳، ۵۰۰ قطعه بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با میانگین‌وزنی ۱۰ گرم به مخازن‌پرورشی با حجم ۵۵۰ لیتر منتقل و به مدت ۲ هفته سازگاری با محیط با استفاده از غذای کارخانه کیمیاگران تغذیه صورت‌گرفت. سپس ۳۶۰ قطعه ماهی با ظاهر سالم و وزن متوسط ۰/۸۵± ۱۰/۳ گرم انتخاب‌گردید و به تعداد ۳۰ قطعه در هر واحدآزمایشی با حجم ۵۵۰ لیتر که به صورت کاملا تصادفی به تیمارهای آزمایشی اختصاص یافته بود منتقل شده و به مدت ۱۰ هفته مورد آزمایش قرارگرفتند. ضمنا در طول دوره آزمایش کلیه پارامترهای فیزیک و شیمی آب به صورت منظم اندازه‌گیری شدند و میانگین پارامتر های مربوطه در جدول ۱ آورده شده است.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.1.7.5]

جدول۱: میانگین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب طی دوره‌ی پرورش.

فاکتور	میانگین	بیشترین	کمترین
اکسیژن محلول (درصد اشباع شدگی)	٪۹۹	٪۱۰۰	٪۹۸
دما (درجه سانتی گراد)	۱۴	۱۵	۱۳
pH	۷/۵	۸	۷

این آزمایش در قالب طرح تصادفی با ۴ تیمار (هرکدام با سه تکرار) به انجام رسید. تیماربندی آزمایش به صورت زیر بود (رحیمی و همکارن، ۱۳۸۹).

تیمار A : مخلوط ۷۰٪ غذای تجاری و ۳۰٪ کرم‌خاکی
تیمار B : مخلوط ۸۰٪ غذای تجاری و ۲۰٪ کرم‌خاکی
تیمار C : مخلوط ۹۰٪ غذای تجاری و ۱۰٪ کرم‌خاکی
تیمارD : کنسانتره تجاری (به عنوان شاهد)

به این ترتیب بچه ماهیان به مدت۱۰ هفته به وسیله تیمارهای یاد شده غذادهی شدند.

کرم‌خاکی موردنیاز برای انجام این آزمایش از شرکت کهربای‌حیات شهرکرد خریداری‌گردید. در رابطه با ساخت جیره، ابتدا غذای آسیاب‌گردید سپس با توجه به فرمول جیره با مقدار مشخص از کرم‌خاکی چرخ شده مخلوط و پس از بدست‌آوردن مخلوط همگن و اضافه‌کردن آب مورد نیاز، مخلوط به دست آمده از چرخ گوشت با چشمه ۲ میلی متر عبور داده شد. سپس غذای ساخته شده در هوای آزاد خشک و برای ذخیره‌سازی بسته‌بندی شد . غذادهی به صورت دستی در سه‌نوبت در ساعت‌های ۰۰: ۰۹ ، ۰۰:۱۴ و ۰۰:۱۹ انجام‌گردید. میزان غذای مورداستفاده برای هر واحدپرورشی ۳ درصد از وزن بدن بود که با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم (EJ-1500 AND) اندازه‌گیری شد.

زیست‌سنجی ماهیان در تمام تیمارها هر دوهفته یک‌بار انجام‌گرفت، ماهی‌ها از ۲۴ ساعت قبل از زیست‌سنجی تغذیه نمی‌شدند و برای بیهوشی آن‌ها از پودر گل‌میخک (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) استفاده‌شد. وزن همه‌ی ماهیان با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم و طول آن‌ها با خط‌کش معمولی با دقت ۰/۱ سانتیمتر اندازه‌گیری شد.

به‌منظور بررسی پارامترهای رشد و تغذیه، پس از هر زیست‌سنجی شاخص‌های رشد شامل افزایش وزن بدن (BWI)، نرخ رشدویژه (SGR%) Special Growth Rate، درصد بازماندگی و شاخص‌های تغذیه‌ای نظیر ضریب تبدیل‌غذایی (FCR) Food Conversion Rate، با استفاده از فرمول های زیر محاسبه شدند.

۱- افزایش وزن بدن (De silva & Anderson, 1995)

$$BWI = Wt_2 - Wt_1$$

Wt_1= گرم وزن اولیه ماهی

Wt_2= گرم وزن نهایی ماهی

۲- نرخ رشد ویژه (Hevroy *et al*., 2005)

$$SGR(\%/day) = [(LnWt_2 - LnWt_1) / t_2 - t_1] \times 100$$

$LnWt_1$ = لگاریتم طبیعی وزن اولیه ماهی

$LnWt_2$ = لگاریتم طبیعی نهایی ماهی

$t_2 - t_1$ = طول دوره آزمایش

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.1.7.5]

۳- درصد بقاء (Bilton & Robins, 1973)

$$\text{Survival Rate} = (N_t / N_0) \times 100$$

N_0 = تعداد ماهیان در ابتدای دوره آزمایش

N1 = تعداد ماهیان در انتهای دوره آزمایش

و برای محاسبه شاخص‌های تغذیه ای از فرمول زیر استفاده گردید:

ضریب تبدیل غذایی (Hevroy *et al.*, 2005)

$$\text{FCR} = \text{dry feed eaten (g)} / \text{live weight gain (g)}$$

dry feed eaten (g) = غذای خشک مصرف شده (گرم)

live weight gain (g) = وزن بدست آمده ماهی (گرم)

بعد از قطع غذا به مدت ۱۴ ساعت عملیات خون-گیری در پایان دوره از ناحیه ساقه دمی و با استفاده از ماده‌ی بیهوشی پودر گل میخک (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) به ازای هرلیتر آب و در شرایط یکسان برای نمونه‌ها انجام‌گرفت. از هر تکرار بطور تصادفی۳ قطعه ماهی انتخاب گردید (در کل ۱۲ قطعه ماهی از هر تیمار) و زیست‌سنجی نمونه (ثبت طول کل و وزن کل) انجام شد (رحیمی و همکاران.، ۱۳۸۹).

به منظور مطالعات خون‌شناسی، برای جلوگیری از لخته شدن در تیوب‌های آغشته به هپارین ریخته و به مدت ۵ دقیقه تکان داده شدند و به مدت ۴ ساعت در دمای ۲۳- درجه سانتی‌گراد نگهداری شده، به آزمایشگاه شیلات دانشگاه شهرکرد منتقل و بلافاصله فاکتورهای خونی شامل مقادیر WBC، RBC، هموگلوبین و درصد هماتوکریت اندازه‌گیری و محاسبه شد (Houston, 1990). همچنین پلاسمای‌خون توسط دستگاه سانتریفیوژ Eppendorf (به مدت ۱۰ دقیقه در دور rpm ۳۰۰۰) جداسازی Cataldi *et al.*, (1998) و نمونه‌ها در دمای c ° ۲۰- نگهداری شدند.

برای تعیین میزان هماتوکریت از روش میکروهماتوکریت استفاده‌گردید. ابتدا بیش از دوسوم لوله موئینه هپارینه از خون منعقد نشده پرشد و یک طرف لوله با خمیر ویژه بسته می‌شد. سپس لوله‌ها را درون دستگاه سانتریفوژ میکروهماتوکریت قرار داده می‌شد و با سرعت 7000 به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ-گردید و مقدار حجم‌سلولی یا هماتوکریت هر نمونه‌ی خون به وسیله خط‌کش ویژه هماتوکریت خوانده شد.

سنجش مقدار هموگلوبین هر نمونه‌ی خون به وسیله‌ی کیت مخصوص شرکت پارس‌آزمون (کرج، ایران) انجام شد. مقدار جذب نور به روش کلرومتریک با طول موج ۵۴۰ نانومتر در دستگاه اسپکتوفتومتر ثبت و غلظت هموگلوبین محاسبه شد.

برای شمارش گلبول قرمز از پیپت‌های حباب‌دار (ملانژور) قرمز استفاده گردید. تعداد گلبول قرمز با استفاده از لام نئوبار بعد از رقیق سازی خون لخته نشده با محلول ریس (رقت ۱/۲۰۰) شمارش شد. از مربع-میانی (۵ خانه وسط) لام نئوبار برای شمارش گلبول قرمز استفاده و عدد بدست آمده در عدد ۱۰۰۰۰ ضرب شد. تعداد گلبول‌های قرمز در یک میلی متر مکعب خون محاسبه گردید.

برای شمارش گلبول‌سفید از پیپت‌های حباب-دار(ملانژور) سفید استفاده‌گردید. تعداد گلبول‌های سفید با استفاده از لام‌نئوبار بعد از رقیق‌سازی خون لخته نشده با محلول‌ریس (رقت ۱/۵۰) شمارش‌شد. سپس بر روی پیپت ملانژور سفید ریخته‌شد. از۴ مربع کناری لام‌نئوبار برای شمارش گلبول‌سفید استفاده و عدد بدست‌آمده در عدد ۵۰ ضرب‌شد. تعداد گلبول‌های سفید در یک میلی‌متر مکعب خون محاسبه‌گردید (حامدی و همکاران.، ۱۳۹۴).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.1.7.5]

به منظور گسترش افتراقی گلبول های سفید بعد از تهیه گسترش خونی از روش (Blaxhall and Daisley, 1973) استفاده گردید .

و در نهایت بررسی داده‌های آماری به‌دست‌آمده و رسم نمودارهای مربوط به نتایج تحت ویندوز XP با استفاده از نرم افزارهای Microsoft Excell 2010 و Spss Statistics 17.0 صورت‌پذیرفت. وضعیت نرمال-بودن داده ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک بررسی-شد. ارائه میانگین داده‌ها به صورت میانگین ± خطای معیار (Mean± Se) انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمونهای آنالیز واریانس یکطرفه و دانکن در سطح خطای ۰/۰۵صورت گرفت.

نتایج

شاخص‌های رشد

درصد بازماندگی

وضعیت شنا و تغذیه ماهیان بطور روزانه بررسی-گردید. هیچ‌گونه تغییرات رفتاری در ماهیان دیده نشد و وضعیت شناوری و حرکات ماهیان طبیعی بود. در طول دوره ۳۰ روزه‌ی آزمایش دو مورد تلفات از گروه شاهد و یک مورد در تیمار ۲۰ درصد دیده شد که از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

ضریب رشد ویژه

میزان SGR در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵)، اما با این حال بیشترین مقدار آن ۰/۰۳ ± ۳/۳۱ درگروه شاهد و کمترین میزان در تیمار ۳۰ درصد کرم خاکی ، ۰/۰۸ ± ۳/۲۰ دیده شد.

جدول ۲. پارامترهای اندازه گیری شده رشد در آزمایش(Mean± SE)

	٪۳۰ کرم خاکی	٪۲۰ کرم خاکی	٪۱۰ کرم خاکی	شاهد
FCR	۱/۸۵ ± ۰/۱^{a}	۱/۸۱ ± ۰/۰۴^{a}	۱/۸۲ ± ۰/۰۵^{a}	۱/۷۳ ± ۰/۱۰^{a}
SGR	۳/۲۰ ± ۰/۰۸^{a}	۳/۲۵ ± ۰/۰۲^{a}	۳/۲۴ ± ۰/۰۶^{a}	۳/۳۱ ± ۰/۰۳^{a}
وزن اولیه	۱۰/۲۶ ± ۰/۲۰^{a}	۱۰/۲۳ ± ۰/۱۵^{a}	۱۰/۲۱ ± ۰/۱۶^{a}	۲۰۰۱۰ ± ۰^{a}
وزن نهایی	۶۳/۰۶ ± ۰/۹۶^{a}	۶۳/۴ ± ۰/۶^{a}	۶۳/۱۶ ± ۱/۰۴^{a}	۶۴/۶۶ ± ۰/۵۷^{a}
افزایش وزن	۵۲/۰۰ ±۱/۲^{a}	۵۳/۱۶ ۱±۰/۱^{a}	۵۲/۹۳ ± ۰/۹^{a}	۵۴/۴۳ ± ۰/۶۳^{a}
درصد غذای خورده شده روزانه	۲/۵^{a}	۲/۵۶ ±۰/۳۳^{a}	۲/۶ ± ۰/۱^{a}	۲/۷۳ ± ۰/۸۸^{a}
درصد بقا	۱۰۰^{a}	۹۹/۴۴ ± ۰/۵۵^{a}	۱۰۰^{a}	۹۸/۸۸ ± ۰/۵۵^{a}

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف می‌باشد.(P>0.5)

شاخص های خونی

اثرات جای‌گزینی درصدهای مختلف کرم خاکی در جیره ماهی قزل‌آلای‌رنگین‌کمان بر روی فاکتورهای خونی شامل هموگلوبین، هماتوکریت، تعداد گلبول-های سفید و قرمز، شمارش افتراقی گلبول‌های‌سفید و شاخص‌های گلبول قرمز جدول ۳ ارائه شده است:

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.1.7.5]

جدول ۳- پارامترهای هماتولوژی اندازه گیری شده

تیمارها	۳۰٪ کرم خاکی	۲۰٪ کرم خاکی	۱۰٪ کرم خاکی	شاهد
RBC($\times10^5$/µl)	۰/۶۵ ± ۰/۰۰۹^a	۰/۶۳ ± ۰/۰۰۸^a	۰/۶۲ ± ۰/۰۴^a	۰/۶۲ ± ۰/۰۰۷^a
WBC($\times10^3$/µl)	۱۹/۰۶ ± ۰/۰۵^a	۱۸/۹۸ ± ۰/۰۱^a	۱۸/۹۴ ± ۰/۰۲^a	۱۹/۰۵ ± ۰/۰۶^a
Hb(g/dl)	۶/۶۶ ± ۰/۱^a	۶/۸۴ ± ۰/۰۸^a	۶/۷۲ ± ۰/۰۷^a	۶/۸۰ ± ۰/۰۵^a
Hc(%)	۳۵/۳۳ ± ۱/۲^a	۳۷/۳۳ ± ۱/۴^a	۳۶/۶۶ ± ۰/۶۶^a	۳۶/۶۶۳ ± ۰/۸۸^a
Lym(%)	۸۷/۳۳ ± ۱/۳۰^a	۸۶/۶۶ ± ۱/۸۸^a	۸۶/۳۳ ± ۱/۵۱^a	۸۶/۶۶ ± ۰/۵۷^a
Neu(%)	۱۲/۶ ± ۱/۳۳^a	۱۲/۸ ± ۱/۹۱^a	۱۲/۹ ± ۱/۲۵^a	۱۲/۰۰ ± ۰/۷۷^a
Mon(%)	۰/۹۳ ± ۰/۰۸^a	۱/۰۳ ± ۰/۰۶^a	۱/۰۶ ± ۰/۰۸^a	۰/۸۳ ± ۰/۳۳^a
Eos(%)	۰	۰/۴۳ ± ۰/۲۴^a	۰/۳۳ ± ۰/۰۸^a	۰

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف می‌باشد.

بحث

درصد بازماندگی

نتایج مربوط به نرخ بازماندگی در تیمارهای آزمایشی نشان می‌دهد تفاوت معناداری در میزان زنده-مانی مشاهده نشده است. اگر چه از نظر عددی کم‌ترین مقدار مربوط به گروه شاهد می باشد. نتایج تحقیق حاضر با پژوهش Olele بر روی جای‌گزینی کرم‌خاکی در جیره غذایی ماهی Hetroclaris در سال ۲۰۱۱ هم-خوانی دارد. هم‌چنین مطالعه سلیمانی و همکاران در سال ۱۳۹۴ نتایج نشان داد تلفاتی در تیمارهای جایگزینی کرم‌خاکی در جیره غذایی تاس‌ماهی‌سیبری وجودنداشت و درصد بازماندگی همه تیمارها ۱۰۰ بود. نتایج تحقیق Monebi و همکاران در سال ۲۰۱۳ اختلاف معناداری را بین تیمارهای جای‌گزینی کرم-خاکی در جیره ماهی Hetroclaris نشان‌داد. در این پژوهش بیش‌ترین نرخ بقا در تیمار ۲۵ درصد جایگزینی کرم خاکی مشاهده شد. دلیل این امر را می-توان به تفاوت در شرایط محیطی و بهداشتی محل نگه-داری ماهیان و مدیریت تغذیه در طول دوره پرورش نسبت داد.

شاخص های رشد

مقایسه افزایش وزن در تیمارهای مختلف نشان داد که از لحاظ آماری تفاوت معناداری بین گروه شاهد با سایر تیمارها دیده نمی‌شود. درتحقیق Farahi وهمکاران در سال ۲۰۱۲ بر روی ماهی *Pterophyllum lictenstine*، افزایش معناداری در وزن ماهیان گروه شاهد نسبت به تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ درصد جای‌گزینی کرم‌خاکی مشاهده شد. در تحقیق Monebi و همکاران در سال ۲۰۱۲ تفاوت معناداری در افزایش وزن بین همه تیمارها مشاهده شد به گونه‌ای که بیش‌ترین وزن در تیمار ۷۵ درصد جایگزینی و کم‌ترین آن در تیمار ۱۰۰ درصد جایگزینی مشاهده شد. نتایج تحقیق سلیمانی و همکاران در سال ۱۳۹۴ بر روی تاس‌ماهی-سیبری نشان داد بیش‌ترین افزایش‌وزن در تیمار ۱۰ درصد کرمخاکی مشاهده شده که با گروه شاهد و تیمارهای ۲۰ درصد و ۳۰ درصد اختلاف معناداری نداشت اما اختلافش با تیمار ۴۰ درصد که کم‌ترین افزایش رشد را داشت، معنادار بود. در تحقیق Olele و همکاران در سال ۲۰۱۱ بر روی ماهی Hetroclaris بیشترین وزن به دست آمده در تیمار ۵۰ درصد کرم

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.1.7.5]

خاکی مشاهده شد که با سایر تیمارها و گروه شاهد اختلاف معناداری داشت. در تحقیق Beg و همکاران در سال ۲۰۱۶ روی کپور ماهیان هندی *Catla catla*، *Labeo rohito* و *Cirrhinus mrigala* نیز تیمار ۵۰ درصد کرم‌خاکی به صورت معنادار افزایش رشد را نسبت به سایر تیمارها نشان‌داد.

بررسی نتایج در مورد ضریب تبدیل غذایی نیز نشان می‌دهد که اختلاف معناداری بین هیچ کدام از تیمارها دیده نشد. اگر چه تفاوت آماری داده‌ها معنادار نیست اما از لحاظ عددی کم‌ترین ضریب‌تبدیل غذایی مربوط به گروه‌شاهد است. بر خلاف نتایج پژوهش-حاضر، در تحقیق Monebi و همکاران در سال ۲۰۱۲ که بر روی ماهی Hetroclaris انجام شد، تفاوت معنادار بین گروه شاهد و تیمار ۱۰۰ درصد جایگزینی کرم خاکی مشاهده شد به طوری که FCR در تیمار ۱۰۰ درصد جایگزینی افزایش چشم‌گیری نشان داد اما تیمار شاهد با تیمارهای ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد جایگزینی کرم خاکی تفاوت معناداری نداشتند. Sogbesan و همکاران در سال ۲۰۰۸ بیان‌کردند که جایگزینی ۲۵ درصد کرم‌خاکی در جیره ماهی *Hetrobrachnus lonifilis*i باعث ایجاد تفاوت معناداری در ضریب تبدیل غذایی با گروه شاهد و سایر تیمارها می‌شود. مطالعه Sakthika و همکاران در سال ۲۰۱۴ بر روی ماهی *Mystus montanus* نیز نشان‌داد جایگزینی کرم خاکی‌ای که به وسیله گیاه‌آبزی hyacina پرورش یافته‌بودند سبب بروز کاهش معنادار ضریب تبدیل غذایی نسبت به کرم خاکی پرورش یافته بر روی ضایعات کشاورزی می‌شود. سلیمانی و همکاران در سال ۱۳۹۴ با جایگزینی کرم خاکی در غذای تاس-ماهی‌سیبری *Acipenser baerii* گزارش‌کردند افزایش معناداری در FCR بین تیمار ۴۰ درصد جایگزینی با سایر تیمارها دیده‌شد. Olele و همکاران در سال ۲۰۱۲ گزارش‌کردند با جایگزینی کرم‌خاکی در غذای ماهی *Hetroclaris* افزایش معناداری در FCR بین گروه ۵۰ درصد با گروه شاهد و سایر تیمارها دیده شد. در مطالعه روی سه گونه از کپورماهیان‌هندی *Catla catla*، *Labeo rohito* و *Cirrhinus mrigala* توسط Beg و همکاران در سال ۲۰۱۶ نتایج مشخص‌کرد جایگزینی کرم خاکی در جیره غذایی ماهیان سبب ایجاد اختلاف معنادار ضریب تبدیل غذایی بین تیمار ۵۰ درصد جایگزینی با سایر تیمارها در هر سه گونه ماهی می‌شود. یافته‌های تحقیق حاضر با هیچ کدام از پژوهش های ذکر شده در بالا همخوانی‌ندارد. عدم تطابق در نتایج گزارش شده توسط محققین را می‌توان به نوع گونه پرورشی، درصدهای مختلف به‌کار رفته ی کرم خاکی در جیره، نوع ماده اولیه به‌کار رفته در جیره تجاری، طول دوره پرورش، رفتارهای تغذیه ای گونه و مدیریت تغذیه در طول دوره پرورش نسبت داد که ممکن است بر تأثیرات متفاوت جای‌گزینی کرم خاکی در جیره مؤثر باشد.

همان گونه که از نتایج مندرج در جدول ۱ نمایان است ضریب رشد ویژه در بین تیمارهای مختلف با گروه شاهد اختلاف معناداری نشان نداد.

در تحقیق Farahi و همکاران در سال ۲۰۱۲ بر روی ماهی *Pterophyllum lictenstine* تفاوت معناداری بین گروه شاهد، تیمار ۵۰ درصد کرم خاکی و تیمار ۱۰۰ درصد کرم خاکی در ضریب رشد ویژه دیده شد. در این آزمایش بیشترین ضریب رشد ویژه در گروه شاهد دیده شد. در سال ۲۰۱۲ Monebi و همکاران گزارش کردند که جایگزینی کرم خاکی در

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.1.7.5]

جیره ماهی Hetroclaris سبب ایجاد اختلاف معنادار بین تیمارهای آزمایشی می‌شود. بیشترین SGR در تیمار ۲۵ درصد کرم خاکی مشاهده شد که تفاوت معناداری با همه تیمارها داشت. Sogbesan و همکاران در سال ۲۰۰۸ با جایگزینی کرم خاکی در جیره *Hetrobrachinus longifilisi* گزارش کردند تفاوت معناداری بین تیمارها دیده شد و بیشترین ضریب رشد ویژه در تیمار ۲۰ درصد کرم خاکی دیده شد. نتایج تحقیق Sakthika و همکاران در سال ۲۰۱۴ نشان داد افزایش معناداری در ضریب رشد ویژه در تیماری که حاوی کرم خاکی پرورش یافته به وسیله گیاه hyacina بود، نسبت به گروه شاهد و تیماری که کرم خاکی مورد استفاده در آن به وسیله ضایعات کشاورزی پرورش یافته بود، مشاهده شد. نتایج تحقیق سلیمانی و همکاران در سال ۱۳۹۴نشان داد جای‌گزینی کرم‌خاکی در جیره غذایی تاس‌ماهی‌سیبری سبب بروز اختلاف معنادار در ضریب رشد ویژه تیمارهای آزمایشی شد و بیشترین ضریب رشد ویژه در تیمار ۲۰ درصد جایگزینی کرم خاکی مشاهده شد. نتایج تحقیق Olele و همکاران در سال ۲۰۱۱ نشان داد جایگزینی کرم خاکی در جیره غذایی ماهی Hetroclaris باعث افزایش معنادار ضریب رشد ویژه در تیمار ۵۰ درصد جایگزینی کرم خاکی با سایر تیمارها شد. Beg و همکاران نیز در سال ۲۰۱۶ افزایش معنادار ضریب رشد ویژه را در تیمار ۵۰ درصد جایگزینی کرم خاکی در سه گونه از کپور ماهیان هندی *Catla catla* ، *Labeo rohito* و *Cirrhinus mrigala* گزارش کردند.

بررسی نتایج در مورد غذای خورده شده روزانه نشان می‌دهد تفاوت معناداری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. اگرچه با افزایش کرم‌خاکی در جیره، مقدار غذای خورده شده کاهش یافته است اما تفاوت آماری داده ها معنادار نیست. از لحاظ عددی بیشترین ضریب غذای خورده شده روزانه در گروه شاهد مشاهده شد. همسو با نتایج مطالعه ی حاضر سلیمانی و همکاران در سال ۱۳۹۴ بیان کردند جایگزینی کرم خاکی در جیره تاس ماهی سیبری باعث کاهش مصرف غذا در تیمارهای کرم خاکی شد .کمترین غذای خورده شده در تیمار ۴۰ درصد جایگزینی دیده شد و گروه شاهد بیشترین مصرف غذا را داشتند.

کاهش مصرف غذا احتمالاً به خاطر پایین بودن خوش خوراکی غذا بوده است. یکی از دلایلی که بر خوش خوراکی کرم های خاکی تأثیرگذار است وجود مایع سلومیک آنها می باشد. Tacon و همکاران در سال ۱۹۸۳ گزارش کردند که به خاطر وجود مایع سلومیک، زمانی که از مقادیر بالای کرم خاکی استفاده شود بر خوش خوراکی غذا تأثیر گذاشته و باعث کاهش وزن ماهیان خواهد شد. مایع سلومیک حاوی پروتئین های خاصی می باشد که روی سیستم ایمنی تأثیر گذار است. (Kauscke *et al*, 2007). از سوی دیگر خوش خوراکی گونه های مختلف کرم خاکی با هم تفاوت دارد. بر اساس پژوهش Tacon و همکاران در سال ۱۹۸۳ ماهیان قزل آلای رنگین کمان که از کرم خاکی منجمد *Allolobophora longa* و *Lumbricus terrestis* تغذیه کرده بودند بهتر از گروه شاهد رشد کردند این در حال است که ماهیان تغذیه شده *E.fotida* رشد کمتری داشتند. البته با به کار بردن روش هایی مانند استفاده صحیح از حرارت در تولید پودر کرم خاکی می توان خوش خوراکی آن را افزایش داد (Tacon, 1983). علاوه بر وجود مایع سلومیک ممکن است عوامل دیگری نیز درکاهش رشد ماهیان نقش

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.1.7.5]

داشته باشد. با توجه به این که کرم های خاکی در بسترهای دارای مواد آلی پرورش داده می شوند چنانچه بستر مورد استفاده دارای فلزات سنگین و ترکیبات مضر باشد، این ترکیبات در بافتهای کرم خاکی تجمع خواهند کرد. گزارشاتی در مورد تجمع برخی فلزات مانند آهن، روی، سرب و کادمیوم (Stafford 1984, Paoletti *et al.*, 2003) در بافت کرم های خاکی که در خاک آلوده زیست می کنند وجود دارد. طبق گزارش Stafford در سال ۱۹۸۴ وجود این ترکیبات در کرم خاکی و استفاده از سطوح بالای آن در غذا آلودگی غذا را در پی داشته و به دنبال آن عملکرد رشد ماهیان را تحت تأثیر قرار خواهد داد.

کمبود آسیدهای آمینه لیزین ، متیونین و سیستئن در کرم خاکی نیز یکی از دلایل کاهش رشد در تیمارهایی است که درصد بالایی از کرم خاکی در جیره آنها به کار رفته است (Tacon *et al.*, 1983, Pereira *et al.*, 1995).

یکی دیگر از عامل کاهش رشد در تیمارهای حاوی کرم خاکی را به وجود ترکیبات کیتین در کرم خاکی نسبت داده اند. کیتین یک پلیمر گلوکز آمین غیر قابل حل در آب است که در کوتیکول کرم خاکی وجود د ارد (Beg *et al.*, 2016). مطالعات زیادی نشان می دهد که کیتین باعث کاهش رشد ماهی می شود. کاهش رشد ۲ درصدی در ماهی تیلاپیای تغذیه شده با جیره حاوی کیتین در مطالعه Shiau در سال ۱۹۹۷ گزارش شد. کاهش رشد ماهی *Labeo rohito* تغذیه شده با کرم خاکی خام و کرم خاکی کاسترد شده در مطالعه Mohanata و همکاران در سال ۲۰۱۶ نیز شاهدی بر این ادعا است.

شاخص های خونی

شاخص‌های خونی در ماهیان می‌تواند متاثر از مواردی چون گونه پرورشی، اندازه، سن، وضعیت فیزیولوژیکی، شرایط محیطی و رژیم غذایی باشد (Brunt and Austin, 2005). یکی از روش‌های بررسی ویژگی‌های فیزیولوژیک ماهیان تعیین شاخص-های خون‌شناسی است که نسبت به روش‌های دیگر ساده‌تر و کم هزینه‌تر می‌باشد (رحیمی بشر و همکاران، ۱۳۸۶). بررسی شاخص‌های خون‌شناسی ابزاری را جهت مدیریت آسان تر سلامت ماهی فراهم کرده است که می‌تواند در بررسی اثرات محیطی مورد استفاده قرار بگیرد، از جمله عوامل موثر بر تعداد گلبولهای سفید می توان به بیماری ها، التهاب، استرس، دما، وضعیت تغذیه ای (Bullis, 1993) سن و جنس (کامگار و همکاران، ۱۳۷۸) اشاره کرد. تغییرات فاکتورهای خونی همراه با تغییر فاکتورهای محیطی امری غیرقابل انکار است و در ماهیان به دلیل خونسرد بودن آن‌ها، این امر آشکارتر می باشد (جمال‌زاده و همکاران، ۱۳۸۱).

در میان سلول‌های خونی، گلبول‌های سفید نقش ایمنی را به عهده دارند و از ترکیبات کلیدی گلبول‌های دفاعی هستند. گلبول‌های سفید جزء سازوکار ایمنی غیر اختصاصی (سلولی) به شمار می‌آیند. تعداد گلبول‌های سفید در خون ماهیان از لحاظ تعداد کمتر (۱۵۰ تا ۲۰۰ هزار عدد در میلی متر مکعب) از گلبول‌های قرمز می-باشد (سلطانی، ۱۳۸۷). در مطالعه ای حاضر علیرغم افزایش عددی گلبول های سفید در تیمار ۳۰ درصد کرم خاکی، تعداد گلبول های سفید در تیمارهای مختلف از نظر آماری اختلاف معناداری نشان نداد. در مطالعه ای که توسط Rawling و همکاران بر ۲۰۱۲

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.1.7.5]

روی تأثیر جای گزینی کرم خاکی در جیره ماهی کپور معمولی انجام شد، نتایج افزایش معناداری را در تعداد گلبول های سفید تیمارها در مقایسه با گروه شاهد نشان داد. تحقیقات زیادی در زمینه بررسی اثر استفاده از کرم خاکی بر پارامترهای هماتولوژیکی در ماهیان انجام نشده است، از این رو منابعی جهت مقایسه و تفسیر نتایج وجود ندارد.

تعداد گلبول های قرمز در آزمایش جاری بین گروه شاهد و هیچ یک از تیمارها اختلاف معناداری نداشت ولی روند کمی تغییرات این پارامتر با تیمارهای اعمال شده آهنگ متناسبی را نشان داد به گونه ای که بیشترین مقدار گلبول قرمز مربوط به تیمار ۳۰ درصد کرم خاکی و کمترین مقدار آن مربوط به گروه شاهد بود. Rawling و همکاران در سال ۲۰۱۲ با بررسی اثر جایگزینی کرم خاکی در جیره ماهی کپور معمولی گزارش کردند اختلاف معناداری در تعداد گلبول های قرمز بین تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد مشاهده نشد.

سنجش غلظت هموگلوبین خون ماهیان در هفته انتهای آزمایش اختلاف معناداری را میان گروههای آزمایشی نشان نداد ولی تغییرات این پارامتر از نوسان زیادی برخوردار بود که با تیمارهای اعمال شده آهنگ متناسبی را نشان نداد. Rawling و همکاران در سال ۲۰۱۲ با بررسی اثر جایگزینی کرم خاکی در جیره ماهی کپور معمولی گزارش کردند افزایش معناداری در مقدار هموگلوبین بین تیمار کرم خاکی با گروه شاهد مشاهده شد.

درصد هماتوکریت سنجش شده از خون تیمارهای آزمایشی در پایان دوره آزمایش بین گروه شاهد و سایر تیمارها بدون اختلاف معنادار بود و در روند تغییرات آن شکل نامنظمی مشاهده شد به طوری که بیشترین میزان آن مربوط به تیمار ۲۰ درصد کرم خاکی و کمترین آن مربوط به تیمار ۳۰ درصد بود. Rawling و همکاران در سال ۲۰۱۲ با بررسی اثر جایگزینی کرم خاکی در جیره ماهی کپور معمولی گزارش کردند اختلاف معناداری در میزان هماتوکریت بین تیمارهای اعمال شده با گروه شاهد مشاهده نشد.

انواع گلبول‌های سفید ماهیان شامل لنفوسیت‌ها، مونوسیت‌ها (ماکروفاژها)، ترومبوسیت‌ها، گرانولوسیت‌ها (بازوفیل، نوتروفیل و ائوزینوفیل) است که همگی سلول‌های فاگوسیتی هستند که بیشترین نقش را در فاگوسیتوز ماکروفاژها و بعد از آن نوتروفیل‌ها بر عهده دارند (سلطانی، ۱۳۸۷). در این پژوهش در شمارش افتراقی اختلاف آماری معنی‌داری بین میزان لنفوسیت، نوتروفیل، ائوزینوفیل و مونوسیت در تیمارهای مختلف مشاهده نشد ($P>0/05$).

بر اساس یافته های دیگر پژوهشگران مشاهده می شود که فاکتورهایی مانند عوامل محیطی (فصول سال، شوری، دوره نوری، درجه حرارات و تراکم) و عوامل فیزیولوژیکی (گونه آبزی، سیکل تولید مثلی، وضعیت بلوغ، سن، جنسو شرایط تغذیه ای)، زمان نمونه گیری، چگونگی تهیه نمونه، دقت و حساسیت روش های اندازه گیری می تواند بر پارامترهای خون تأثیر بگذارند و باعث اختلاف در تفسیر نتایج شوند. احتمالا این عوامل تناقض به وجود آمده در گزارش مربوط به شاخص های هماتولوژیکی در تحقیق Rawling و همکاران در سال ۲۰۱۲ با نتایج تحقیق پیش رو را توجیه می کند

اطلاعات کمی در مورد شاخص های خونی ماهیان در پاسخ به جایگزینی کرم خاکی در جیره ماهیان وجود دارد اما با توجه به نتایج به دست آمده احتمال

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.1.7.5]

می رود که شاخص های خونی سنجش شده در تیمارها تحت تأثیر جیره های ساخته شده با درصدهای مختلف کرم خاکی قرار نگرفته اند و در پایان آزمایش تمام گروهها از نظر آماری بدون هیچگونه اختلاف معنی دار هستند. برای رسیدن به نتیجه قطعی در خصوص چگونگی تغییرات شاخص های هماتولوژی هنگام اضافه کردن کرم خاکی در جیره لازم است درصدهای بیشتری از کرم خاکی در جیره جایگزین شود و طول دوره پرورش افزایش یابد تا بتوان در خصوص تغییرات شاخص های هماتولوژی هنگام جایگزینی کرم خاکی در جیره ماهیان قضاوت کرد.

نتیجه گیری کلی

استفاده از کرم خاکی به عنوان غذای زنده در تغذیه آبزیان مختلف مانند ماهی و سخت پوستانی که رژیم گوشتخواری دارند، می تواند مناسب باشد. نتایج بدست آمده از بررسی ۷۰ روزه تأثیر جای گزینی درصدهای مختلف کرم خاکی در جیره قزل آلای رنگین کمان نشان داد اختلاف معناداری در شاخص های رشد و هماتولوژی بین هیچ کدام از تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. با توجه به نتایج به دست آمده می توان گفت که جایگزین کردن کرم خاکی در جیره ی ماهی قزل آلای رنگین کمان تا سطح ۲۰ درصد تأثیر منفی روی عملکرد رشد و کارایی غذا ندارد و با توجه به سادگی روش پرورش و تجهیزات کم مورد نیاز پرور کرم خاکی و در نتیجه مقرون به صرفه بودن نسبت به غذای تجاری به نظر می رسد که بتوان تا ۳۰ درصد کرم خاکی را جایگزین غذای ماهی قزل آلای رنگین کمان کرد بنابراین اگر چه نتایج آزمایش تاثیر مثبت و معناداری را در رابطه با استفاده از کرم خاکی در جیره ماهی قزل‌آلای‌رنگین کمان نشان نمی دهد ولی به دلیل تولید ساده کرم خاکی و نیاز به تجهیزات بسیار کم جهت تولید و هزینه های بسیار پایین آن، این امکان فراهم می آید که بتوان به دلایل توجیه اقتصادی و کاهش هزینه های تولید قزل‌آلا از این گونه جهت تغذیه استفاده نمود.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می دانیم از زحمات کلیه کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری نماییم.

منابع

۱. افشار مازندران، ن.، ۱۳۸۱. راهنمای عملی دارویی تغذیه و نهاده های غذایی و دارویی آبزیان در ایران. انتشارات نوربخش. صفحه ۲۱۶ .

۲. ایمان‌پور، م،ر.، روحی، ز. و ایمان‌پور، س.، ۱۳۹۸. اثر مکمل گیاهی سنگروویت بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون،بازماندگی و مقاومت به تنش در بچه‌ماهیان قزل‌آلای‌رنگین-کمان، نشریه علمی توسعه آبزی‌پروری، ۱۳(۴): ۲۷-۳۶.

۳. بهمنی، م. و یوسفی جوردهی، ا.، ۱۳۹۰. قابلیت سازگاری لارو های ۲۰ روزه تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) در شوری‌های مختلف. مجله زیست شناسی ایران، ۲۴(۲۵): ۶۷۸-۶۶۹.

۴. جمالزاده، ح.، کیوان، ا.، جمیلی، ش.، عریان، ش. و سعیدی، ع.، ۱۳۸۱. بررسی فاکتورهای خونی آزاد ماهی دریای خزر(*Salmo trutta caspius*). مجله علمی شیلات، ۱۱(۱): ۳۴-۲۵.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.1.7.5]

۵. حامدی، ش.، رحیمی، ر.، نفیسی بهابادی، م. و عضدی، م. ۱۳۹۴. تاثیر سطوح مختلف شوری بر شاخص‌های خونشناسی ماهی سی باس آسیایی (*Lates calcarifer*). مجله فیزیولوژی و تکوین جانوری، ۸(۳): ۲۱ -۳۳.

۶. خارا، ح.، محمدزاده، و.، قیاسی، م. و رهبر، م. ۱۳۹۲، بررسی برخی از فاکتورهای بیوشیمیایی و سرمی خون ماهیان قزل‌آلای رنگین کمانفاقد و واجد عفونت باکتریایی (در مزارع پرورشیاستان مازندران)، مجله توسعه آبزی‌پروری، ۷(۲):

۷. رحیمی، ر.، فرهنگی، م.، مجازی امیری، ب.، رضایی، ف.، صدوق نیری، ع. و کریمی، م. ر.، ۱۳۸۹. اثر محرومیت غذایی و غذادهی مجدد بر هورمون های تیروئیدی و عملکرد رشد در ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhunchus mykiss*). مجله شیلات ایران، ۱۹(۱): ۳۹-۵۰.

۸ رحیمی بشر، م.، تهرانی فرد، ا.، قاسمی نژاد، ا.، علیپور، و.و فلاح چای، م.، ۱۳۸۶. تعیین برخی از فاکتورهای خونی ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frissii Kutum*) در مراحل مختلف رشد گنادی. مجله علوم، ۱(۳): ۵۶-۴۵.

۹. سلطانی، م.، ۱۳۸۷. ایمنی شناسی ماهیان وسخت پوستان. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۶۴ صفحه.

۱۰. سلیمانی، م.، سجادی، م.م.، فلاحتکار، ب.، یزدانی م.ح.، ۱۳۹۴. جایگزینی پودر ماهی با پودر کرم خاکی *Eisenia foetida* در جیره غذایی بچه تاس ماهی و تأثیر آن بر عملکرد رشد، کارایی غذا و ترکیبات لاشه. مجله بوم شناسی آبزیان، ۵(۳): ۲۱-۳۰.

۱۱. صالحی، م.، ۱۳۹۰. راهنمای کاربردی پرورش عملی قزل آلا. انتشارات علمی آبزیان. ۱۴۸ صفحه.

۱۲. صفرخانلو، ل.، نگارستان، ح.، عمادی، ح. و معینی، س.، ۱۳۸۳. بررسی ارزش غذایی دو گونه کرم خاکی غالب ایران *Dendrobaena veneta* *Eisenia foetida*. مجله علوم و فنون دریایی، ۵(۱۳): ۳۵-۴۰.

۱۳. فهیم دژبان، ی.، ۱۳۹۲. دستورالعمل کاربردی تکثیر و پرورش قزل آلای رنگین کمان. نشر دانشگاه آزاد اسلامی سوادکوه. مازندران. صفحه ۱۵۶.

۱۴. کامگار، م.، حبیبی، ف.، لطفی نژاد، ح.، سعیدی، ع. ا.، پورغلام، ر. و یوسفیان، م.۱۳۷۸. مقایسه تعداد گلبول های سفید خون و شمارش افتراقی آنها در ماهیان خاویاری قره برون و دراکول. مجله پژوهش و سازندگی. ۴۴: ۱۳۳-۱۳۱.

15. Beg, M., Mandal, B. & Moulick, S., 2016. Potential of earthworm meal as a replacement of fish meal for Indian major carps. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 4(3): 357-361.
16. Bilton, H.T. & Robins, G.L., 1973. The facts of starvation and subsequent feeding on survival and growth of Fulton channel sockeye salmon fry (*Oncorhynchus nerka*). J. Fish Res. Board Can. 30: 1-5.
17. Brunt, J. & Austin, B., 2005. Use of a probiotic to control lactococcosis and streptococcosis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Journal of Fish Diseases, 28: 693-701.
18. Brown, J. A., Rankin, J. C. & Yokota, S. D., 1993. Glomerular haemodynamics of filtration in single nephrons of non mammalian vertebrates. In New Insights in Vertebrate Kidney Function. 5(3): 1–14.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.1.7.5]

earthworm (*Eisinia foethda*) as dietary protein for rohu (*Labeo rohito*). Congent Food and Agriculture. 2:1-13.
29. Ng, W.K., Liew. F.L., Ang, L.P. & Wong. K.W., 2001. Potential of mealworm (Tenebrio molitor) as an alternative protein source in practical diets for African catfish. Clarias gariepinus. Aquaculture Research, 32: 273-280.
30. Ng, W.K., 2002. Earthworm as a potentional feed for fishes. J. Fishing Chemistry. 132: 200-212.
31. Paoletti, M.G., Buscardo, E., Vanderjagt, D.J., Pastuszyn, A., Pizzofer-Rato, L., Huang, Y.S., Chuang, L.T., Millson, M., Cerda, H., Torres, F. & Glew, R.H., 2003. Nutrient content of earthworms consumed by Ye'Kuana Amerindians of the Alto Orinoco of Venezuela. Proceedings. Biological sciences, 270: 249-257.
32. Pereira, JO., Gomes, E.F., 1995. Growth of rainbow trout fed a diet supplemented with earthworms, after chemical treatment. Aquac. Int. 3:36-42.
33. Rawling, M.D., Merrifieled, D.L., Snellgrove, H. & Adams, A., 2012. Haemato-Immunological and growtu response of mirror carp (cyprinus carpio) fed tropical earthworm meal in experimental diet. Fish and Sellfish Immunology. 32: 1002-1007.
34. Olele, N.f., 2011. Growth response of hetroclaris fingerlings fed on earthworm meal in hatchery tanks. J Life Sci. 3(2): 131-136
35. Sakthika, T., Ronald, J ., Kumar, S., 2014. Growth of mystus monatus fed with two diffrent earthworm meal. International Journal of Enviromental Sciences 4(4): 551-557.
36. Shiau, S.Y., 1997. Utilization of carbohydrates in warmwater fish—with particular reference to tilapia, *Oreochromis niloticus* X *O. aureus*. Aquaculture, 151(1-4): 79-96.
37. Sogbesan, O.A., Ugwumba, A.A.A., Madu, C.T., Eze, S.S., Isa, J., 2007. Culture and utilization of Earthworm as Animal Protein Supplement in the Diet of Heteroclarias longifilis Fingerlings.
19. Blaxhall, P.C. & Daisley, K.W., 1983. Routine hematological methods for use with fish blood. Fish Biology. 5: 771-781.
20. Bullis, C., 1993. Organizational socialization research: Enabling, constraining, and shifting perspectives. Communications Monographs, 60: 10-17.
21. Cataldi, E., Di Marco, P., Mandich, A. & Cataudella, S., 1998. Serum parameters of Adriatic sturgeon *Acipenser naccarii* (Pisces: Acipenseriformes); effects of temperature and stress. Comparative Biochemestry and Physiology. 121: 351–354.
22. De Silva, S.S. & Anderson, T., 1995. Fish Nutrition in Aquaculture Chapman and Hall London, 319.
23. Farahi, A., Kasiri, M., Talebi A. & Sudagar M., 2012. Effect of different types on growth, spawning and larval survival in angel fish. AACL BIOFLUX.3. 4: 229-303.
24. Hayashi, C.G.S., Goncalves, V.R.B. Furuya, M. Y. & Nagae, C. M., 1999. Utilization of different foods during feed training with fingerlings of (*Pseudoplatystoma corruscans*). J. Aquaculture.1: 258-267.
25. Hevroy, E.M. & Espe, M., Waagbo R., Sandness K., Rund M., Hemre G., 2005. Nutrition utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed increased level of fish protein hydrolysate during a period of fast growth. Aquaculture. Nutr. 11: 301-313.
26. Houston, A.H., 1990. Blood and circulation. In: Schreck, C.B., Moyle, P.B. (Eds.), Methods for Fish Biology. American Fisheries Society, Maryland, pp. 273–334.
27. Kauschke, E., Mohrig, W. & Cooper, E.L., 2007. Coelomic fluid proteins as basic components of innate immunity in earthworms. European Journal of Soil Biology 43: S110-S115.
1. Monebi, C.O. & Ugwumba, A.A., 2013. Utilization of the earthworm, Eudilus eugeniae in the diet of hetroclaris fingerlings. International Journal of Fisheries and Aquaculture. 52:19-25.
28. Mohanat, K., Subramanian, S. & Korikanathimath, V. 2016. Potential of

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.1.7.5]

Journal of Fisheries and Aquatic Science. 2(6):375-386.
38. Stafford E., Tacon, A. 1984. Nutritive value of the earthworm, *Dendrodrilus subrubicundus*, grown on domestic sewage, in trout diets. Agricultural Wastes. 9: 249-266.
39. Tacon, A., Stafford, E., Edwards, C., 1983. A preliminary investigation of the nutritive value of three terrestrial lumbricid worms for rainbow trout. Aquaculture, 35: 187-199.
40. Tacon, A.G. & Metian, M., 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: trends and future prospects. Aquaculture, 285: 146-158.
41. William, T., Roger, W., 2000. Culrure of earthworm for bait or fish food. UF Journal, 23:50-55.
42. Yang, J., Lin. Y, J. & Liang, C.Z., 2001. Analysis and evaluation on nutrition of natural forages of *Mystus guttatus*. Journal of Zhanjiang Ocean University. 21(2): 19-22.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.1.7.5]