13(4) 151-158, Winter 2022

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Effect of different levels of earthworm (*Eisenia fetida*) meal on some of growth parameters and skin pigmentation in Oscar (*Astronotus ocellatus*) fry

***Kavos Nazari* [*1], *Seyed Pezhman Hosseini Shekarabi* [2], *Mehdi Khodmeh Sedigh Kazerani* [2]**

[1] *Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran*
[2] *Department of Fisheries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*

Key Words
Ornamental fish
Earthworm
Carotenoid
Colorimetry
Growth
Feed efficiency

Abstract

Introduction: This study aimed to investigate the effect of replacing a commercial feed with different ratios of earthworm meal (0 (Control), 5, 10, and 15%) on growth parameters and skin pigmentation in Oscar fry.

Materials & Methods: For this purpose, the experiment was performed in a completely randomized design with four treatments and three replicates. One hundred and twenty of Oscar fry with an initial average weight of 4.32±0.35g were dispersed into 12 aquaria. The stocking density was 10 fingerlings per aquarium. After 8 weeks, three fish from each treatment were randomly selected to measure the studied characteristics.

Result: The highest final weight (18.31±0.49 g), specific growth rate (2.51±0.11 %/day), survival rate (100 %), and the best food conversion ratio FCR (1.74±0.14) were observed in the fish fed with 5% earthworm meal compared to others ($p<0.05$). Total carotenoid at all treatments was significantly higher than the control group ($p<0.05$). The mean level of a* and b* factors in treatments replacing with 5 and 10% of earthworm meal was significantly higher than the control group ($p<0.05$); While, L* factors in mentioned levels (5 and 10%) was significantly lower than the control group ($p<0.05$).

Conclusion: In conclusion, the results of this study showed that replacing the commercial feed with earthworm meal at 5% had positive effects on growth parameters and skin pigmentation factors in Oscar fry.

* Corresponding Author's email: kks.nazari@gmail.com
Received: 2 July 2020; Reviewed: 15 August 2020; Revised: 28 September 2020; Accepted: 8 November 2021
(DOI): 10.22034/AEJ.2020.259812.2418

مقاله پژوهشی

تأثیر سطوح مختلف آرد کرم خاکی (*Eisenia fetida*) بر برخی از پارامترهای رشد و رنگ‌پذیری بچه‌ماهی اسکار (*Astronotus ocellatus*)

کاوس نظری[1]، سیدپژمان حسینی‌شکرابی[2]، مهدی خدمه‌صدیق کازرانی[2]*

[1] *موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران*

[2] *گروه شیلات، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران*

کلمات کلیدی

ماهی زینتی
کرم خاکی
کاروتنوئید
رنگ‌سنجی
رشد
کارایی خوراک

چکیده

مقدمه: هدف از این مطالعه ارزیابی تأثیر جایگزینی جیره تجاری با سطوح مختلف آرد کرم خاکی (۰(شاهد)، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) در بچه‌ماهیان اسکار بر پارامترهای رشد و رنگ‌پذیری ماهی مذکور بود.

مواد و روش‌ها: برای این منظور آزمایشی در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ٤ تیمار آزمایشی هر کدام با ۳ تکرار طراحی شد. برای این منظور تعداد ۱۲۰ قطعه بچه‌ماهی اسکار با میانگین وزنی ٤/۳۲±۰/۳۵ گرم در ۱۲ آکواریوم ذخیره‌سازی شدند. تراکم بچه‌ماهیان در هر آکواریوم ۱۰ عدد بود. بعد از ۸ هفته از هر تیمار سه عدد بچه‌ماهی برای اندازه‌گیری خصوصیات مورد مطالعه به‌طور تصادفی انتخاب شد.

نتایج: نتایج نشان داد که افزودن ۵ درصد آرد کرم خاکی باعث افزایش معنی‌دار وزن نهایی (۳۱/٤۹±۱۸/۰ گرم)، نرخ رشد ویژه (۰/۱۱±۲/۵۱ درصددر روز)، درصد بازماندگی (۱۰۰/۰۰±۰ درصد) و بهترین ضریب تبدیل غذا (۷٤/۱٤±۱/۰) شد ($p<0.05$). میزان کاروتنوئید در تمامی تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد به شکل معنی‌داری بالاتر بود ($p<0.05$). مؤلفه‌های a* و b* در تیمارهای جایگزین شده با ۵ و ۱۰ درصد پودر کرم خاکی به شکل معنی‌داری بالاتر از گروه شاهد ($p<0.05$) و مؤلفه L* در سطوح مذکور (۵ و ۱۰ درصد) به شکل معنی‌داری پایین‌تر از گروه شاهد اندازه‌گیری شدند ($p<0.05$).

نتیجه‌گیری و بحث: در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد جایگزینی آرد کرم خاکی در سطح ۵ درصد در جیره تجاری تأثیرات مثبتی بر پارامترهای رشد و فاکتورهای تعیین‌کننده کیفیت رنگ پوست بچه‌ماهیان اسکار داشت.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: kks.nazari@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۲ تیر ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۲۵ مرداد ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۷ مهر ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۸ آبان ۱۳۹۹
(DOI): 10.22034/AEJ.2020.259812.2418

مقدمه

در طول سال‌های گذشته صنعت پرورش ماهیان زینتی از رشد قابل‌توجهی برخوردار بوده است (۱). گردش مالی این صنعت در سال ۲۰۱۵ حدوداً ۱۰۰ میلیارد دلار تخمین زده شد (۲، ۳). درحالی‌که ارزش بازاری ماهیان آکواریومی وابستگی زیادی به اندازه، شکل بدن و باله‌ها دارد، شاید مهم‌ترین فاکتور تأثیرگذار در انتخاب مشتری رنگ پوست این ماهیان باشد (۴). خانواده سیچلیده با ۱۳۳۰ گونه دومین خانواده بزرگ راسته سوف‌ماهیان شناخته می‌شوند (۵). این خانواده از تنوع رنگی بالایی برخوردار است (۶). در بین اعضای این خانواده ماهی *Astronotus ocellatus* یکی از زیباترین و محبوب‌ترین ماهیان آکواریومی آب‌شیرین محسوب می‌گردد (۱). مراکز زیادی در نقاط مختلف جهان تکثیر و پرورش این گونه را انجام می‌دهند (۷). رژیم غذایی این گونه عمدتاً از سایر ماهیان، سخت‌پوستان، شکم‌پایان و لاروهای حشرات آبزی تأمین می‌گردد. اما اسکار در مجموع به‌عنوان گونه‌ای همه‌چیزخوار (Omnivorous) شناخته می‌شود (۸). اکثر موجودات زنده ازجمله ماهی‌ها معمولاً قادر به سنتز کاروتنوئیدهای مورد نیاز بدن نیستند و این مواد از طریق جیره غذایی تأمین می‌شود (۹). نیاز کاروتنوئیدی ماهیان آکواریومی در اسارت بایستی به‌صورت مصنوعی و از طریق جیره غذایی تأمین شود تا ماهی رنگ طبیعی خود را بروز دهد (۱۰). کاروتنوئیدها یکی از رایج‌ترین رنگدانه‌های طبیعی هستند که مسئول ایجاد بسیاری از رنگ‌ها در طبیعت با عملکردهای مختلف می‌باشند (۹). این رنگدانه‌ها که جزو رنگدانه‌های محلول در چربی می‌باشند، علاوه بروز رنگ پوست ماهیان آکواریومی، برای رشد، متابولیسم و تولیدمثل آن‌ها را نیز مهم می‌باشند (۱۱، ۹). امروزه رنگ ماهی را براساس درخواست بازار با انواع رنگ‌دانه‌های طبیعی یا مصنوعی تنظیم می‌نمایند (۱۲). رنگدانه‌های مصنوعی معمولاً قیمت بالایی دارند و بیش‌تر آکواریوم‌داران تمایل چندانی به استفاده از آن‌ها ندارند. کاروتنوئیدهای طبیعی نیز به‌صورت گیاهی و جانوری در دسترس هستند (۱۳). کرم خاکی (*Eisenia fetida*) منبع حیوانی بسیار مناسبی است که با توجه به ترکیب بیوشیمیایی، اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و قابلیت هضم آسان می‌تواند جایگزین مناسبی برای آرد ماهی باشد (۱۴، ۱۵). کرم خاکی موجودی همه‌چیزخوار است و امروزه در فرآیند تولید ورمی کمپوست و مدیریت پسماندهای آلی مورد توجه بسیاری از محققین علوم کشاورزی و محیط‌زیست قرار گرفته است (۱۶). کرم خاکی حاوی ۸۲-۶۰ درصد پروتئین خام، ۹-۶ درصد چربی، ۱۶-۷ درصد ازت، ۲۰-۸ درصد کربوهیدرات، ۳-۲ درصد خاکستر و انواع اسیدهای آمینه، آنزیم‌ها، ویتامین‌ها و عناصر کم‌مصرف است (۱۷). بنابراین با توجه ارزش غذایی بالا و تولید مقرون به‌صرفه، محققان شیلاتی نسبت به افزودن کرم خاکی به جیره غذایی ماهیان پرورشی مثل ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) اقدام نموده‌اند (۱۸). در مطالعات مختلفی تأثیر کرم‌خاکی در جیره غذایی ماهیان زینتی بررسی شده است (۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳). در تحقیق Ahmadifard و همکاران، استفاده از ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد آرد کرم خاکی هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر پارامترهای رشد و تغذیه ماهیان دم شمشیری (*Xiphophorus helleri*) نداشت (۲۴). درحالی‌که Shahgholian، تأثیرات مثبت کرم خاکی روی رنگ پوست ماهی پرت (*Amphilophus citrinellus×paraneetroplus melanurus*) را گزارش دادند (۲۵). Kostecka و Pączka، نیز گزارش دادند که جایگزینی ۱۰۰ درصد آرد ماهی با آرد کرم خاکی باعث افزایش تولیدمثل و زنده‌مانی ماهیان گوپی (*Poecilia reticulata*) می‌گردد (۲۲). باوجوداثرات مفید آرد کرم خاکی در تحقیقات بسیار اندکی به بررسی تأثیر این ماده بر رنگ‌پذیری ماهیان زینتی پرداخته شده است. به‌همین منظور در مطالعه حاضر به بررسی تأثیر جایگزینی جیره تجاری با مقادیر مختلف آرد کرم خاکی بر شاخص‌های رشد و رنگ‌پذیری بچه ماهیان اسکار (*Astronotus ocellatus*) پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

تهیه آرد کرم خاکی: کرم خاکی زنده (*E. fetida*) پس از خریداری از کارگاه تولید کمپوست به‌کشت واقع در استان البرز به محل انجام آزمایش منتقل شد. برای جداسازی کرم از کمپوست شستشوی آن‌ها با آب شهری انجام شد. برای ضدعفونی کرم‌ها با محلول نمکی ۲٪ حمام داده شد. کرم‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت به‌منظور تخلیه محتویات داخل روده درون کاغذ صافی مرطوب قرار گرفتند (۲۲). برای جلوگیری از تولید مایع زرد رنگ و بد مزه که در زمان استرس تولید می‌شود از حمام آب جوش سریع استفاده شد (۲۶). کرم‌های خاکی کشته شده درون آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. از الک با چشمه ۰/۶ میلی‌متری برای تهیه اندازه مناسب کرم‌های آسیاب شده استفاده شد (۲۷). به‌منظور تعیین ترکیبات شیمیایی بدن نمونه‌های پودر شده به آزمایشگاه دامپزشکی استان تهران منتقل شد و میزان پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت آرد خشک شده کرم خاکی به‌ترتیب ۶۶/۲۰، ۱۰/۱، ۱۸/۴ و ۹/۵ درصد وزن خشک گزارش گردید.

تهیه بچه‌ماهی: محل اجرای این آزمایش، آزمایشگاه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات بود. آب مورد نیاز برای پرورش بچه‌ماهیان از آب شهر تأمین شد. به‌منظور خارج شدن کلر احتمالی آب مورد استفاده ابتدا به‌مدت ۲۴ ساعت به‌شدت هوادهی می‌شد و

بعد از اطمینان از کیفیت آب به آکواریوم‌ها منتقل می‌شد. در طول دوره آزمایش میزان دما، pH و اکسیژن محلول توسط دستگاه پرتابل اندازه‌گیری کیفیت آب (TPS 90FL-T model, TPS Pty Ltd, Brisbane, Australia) اندازه‌گیری شد. میانگین دما ۰/۵۰±۲۸ درجه سانتی‌گراد، pH ۱/۱۱±۸/۰ و اکسیژن محلول ۰/۲۰±۷/۸۰ میلی‌گرم در لیتر بود. ۱۲۰ عدد بچه‌ماهی اسکار (*Astronotus ocellatus*) با میانگین وزنی ۰/۳۵±۴/۳۲ گرم در ۱۲ آکواریوم با حجم ۶۰ لیتر در ابعاد ۴۰×۳۰×۷۰ سانتی‌متر به شکل تصادفی با تراکم ۱۰ بچه‌ماهی در هر آکواریوم توزیع شدند. بچه‌ماهیان به‌مدت ۸ هفته با جیره‌های غذایی تهیه شده با سطوح مختلف آرد کرم خاکی تغذیه شدند. غذادهی به‌صورت دستی و روزانه طی ۳ نوبت (ساعات ۸:۳۰، ۱۲ و ۱۶) تا حد سیری ظاهری انجام می‌شد. از غذای تجاری بیومار (ساخت کشور فرانسه) به‌عنوان خوراک پایه با آنالیز ۵۶ درصد پروتئین، ۱۵ درصد چربی خام، ۰/۵ درصد سلولز، ۸/۴ درصد خاکستر و ۱/۴ درصد فیبر برای غذادهی بچه‌ماهیان استفاده شد. در ابتدا و انتهای دوره غذادهی زیست‌سنجی بچه‌ماهیان انجام شد و نتایج آن ثبت گردید.

تهیه جیره‌های غذایی: برای تهیه جیره‌های غذایی ابتدا مقدار مورد نیاز جیره تجاری و آرد کرم خاکی جداگانه تهیه شدند. به‌طوری که غذای تجاری بیومار فرانسه از شرکت شیلات گستر سبلان (تهران) خریداری شدند. جیره تجاری با اضافه کردن مقدار مشخصی آب ولرم (حدود ۲۰۰ میلی‌لیتر به‌ازای یک کیلوگرم خوراک) به‌صورت خمیر تبدیل شد. خمیر تهیه شده با عبور از چرخ‌گوشت با چشمه ۳ میلی‌متر عبور به‌صورت پلت در آورده شد. پلت‌ها به‌مدت ۱۲ ساعت در دمای اتاق خشک شدند. جیره‌های آماده شده درون کیسه‌های پلاستیکی قرار گرفتند و پس از انتقال به ظروف دربدار تا زمان مصرف درون یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. تعیین ترکیبات تقریبی جیره‌های تهیه شده به‌روش استاندارد AOAC انجام شد (۲۸) (جدول ۱). تعیین میزان رطوبت با قرار دادن نمونه‌ها درون آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت، میزان پروتئین با روش کلدال (Kjeldahl)، میزان چربی با روش سوکسله (Soxhlet) و میزان خاکستر با قرار دادن نمونه‌ها درون کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۲ ساعت اندازه‌گیری شد. به‌دلیل این‌که در درصدهای بالای کرم خاکی خشک شده اثرات منفی روی پارامترهای رشد ماهیان اسکار داشت (۲۴)، درصدهای پایین آرد کرم خاکی معیار انتخاب در پروژه حال حاضر قرار گرفت. در این تحقیق از ۴ تیمار آزمایشی هر کدام با ۳ تکرار به‌شرح ذیل استفاده شد: گروه شاهد (غذای تجاری ساخت شرکت بیومار)، تیمار ۵٪ شامل ۵ درصد آرد خشک شده کرم خاکی+ ۹۵ درصد غذای تجاری، تیمار ۱۰٪ شامل ۱۰ درصد آرد خشک شده کرم خاکی+۹۰ درصد غذای تجاری و تیمار ۱۵٪ شامل ۱۵ درصد آرد خشک شده کرم خاکی+ ۸۵ درصد غذای تجاری.

جدول۱: ترکیبات تقریبی جیره‌های آزمایشی تهیه شده با جایگزینی درصدهای مختلف آرد کرم خاکی با جیره تجاری (درصد در وزن خشک)

شاخص	سطوح مختلف جایگزینی آرد کرم خاکی با جیره تجاری			
	شاهد	۵ درصد	۱۰ درصد	۱۵ درصد
پروتئین خام	۴۶/۰±۴۷/۵۹ b	۴۷/۰±۴۵/۶۵ b	۴۸/۰±۴۴/۶۷ ab	۴۹/۰±۴۲/۱۲ a
چربی	۱۶/۰±۰۱/۴۴ a	۱۵/۰±۷۱/۳۲ a	۱۵/۰±۴۱/۷۶ a	۱۵/۰±۱۱/۵۶ a
خاکستر	۹/۰±۴۰/۲۸ b	۹/۰±۸۵/۷۶ ab	۱۰/۰±۳۰/۲۱ a	۱۰/۰±۷۵/۱۴ a
رطوبت	۸/۰±۲۵/۹۲ a	۸/۰±۳۰/۷۶ a	۸/۰±۳۷/۷۹ a	۹/۰±۶۸/۱۲ a

* حروف غیرهمسان در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشد (p<۰/۰۵).

زیست‌سنجی: زیست‌سنجی ماهیان در ابتدا و انتهای دوره پس از طول‌سنجی و تعیین وزن کلیه ماهیان تیمارها انجام شد. البته ثبت تلفات احتمالی در طول دوره پرورش انجام شد. به‌منظور جلوگیری از بروز استرس در هنگام زیست‌سنجی از محلول پودر گل میخک (۱۵۰ ppm) برای بی‌هوش کردن بچه‌ماهیان استفاده شد (۲۹). طول بچه‌ماهیان با خط‌کش با دقت ۱ میلی‌متر و وزن آن‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. براساس داده‌های به‌دست از زیست‌سنجی شاخص‌های رشد طبق فرمول‌های ارائه شده اندازه‌گیری شد:

افزایش وزن = وزن نهایی - وزن اولیه

درصد افزایش وزن بدن = (وزن اولیه / افزایش وزن) ×۱۰۰

نرخ رشد ویژه = {(لگاریتم طبیعی میانگین وزن انتهای دوره (گرم) -لگاریتم طبیعی میانگین وزن ابتدای دوره (گرم))/(زمان)}×۱۰۰

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

درصد بقاء = (تعداد نهایی بچه ماهیان در انتهای دوره آزمایش / تعداد اولیه بچه ماهیان در ابتدای دوره آزمایش) ×۱۰۰

اندازه‌گیری میزان کاروتنوئید پوست: آنالیز کاروتنوئید پوست ماهیان به‌روش Torrissen و Naevdal انجام شد (۳۰). ابتدا از هر تیمار تعداد ۳ عدد بچه‌ماهی به‌طور تصادفی انتخاب شد. نمونه‌برداری از

پوست هر دو طرف بدن، بین ناحیه شکمی و سینه‌ای، باله‌های پشتی ودمی و سرپوش آبششی انجام شد. ۲۰۰ میلی‌گرم از هر نمونه درون لوله فالکون ۲۰ میلی‌لیتری منتقل شد. سپس ۱۰ میلی‌لیتر به‌همراه استون ۱ گرم سولفات سدیم بدون آب به هر نمونه اضافه شد. نمونه‌های هموژن شده به‌مدت ۳ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد درون یخچال نگه‌داری شدند. در مرحله بعد نمونه‌ها توسط کاغذ صافی واتمن شماره ۴ فیلتر شدند. عصاره به‌دست آمده ۲ تا ۳ بار توسط ۱۰ میلی‌لیتر استون شسته شد و میزان جذب فاز مایع در طول‌موج ۴۵۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری و از ضریب خاموشی ۲۵۰۰ برای محاسبه میزان کاروتنوئید استفاده شد (۳۱). میزان کاروتنوئید بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن نمونه از رابطه زیر به‌دست آمد:

$$C = \frac{A}{0.25 \times m} \times d$$

در فرمول بالا C: غلظت کاروتنوئید برحسب میلی‌گرم برگرم، A: میزان جذب در طول‌موج ۴۵۰ نانومتر، m: وزن نمونه و d: حجم استون مصرفی

رنگ‌سنجی: برای انجام آزمون رنگ‌سنجی از هر تیمار تعداد سه عدد بچه‌ماهی به‌طور تصادفی صید شد. نمونه‌ها پس از بی‌هوشی با پودر گل میخک (۲۰۰ ppm) درون کیسه‌های پلی‌اتیلنی حاوی برچسب مشخصات هر تیمار و تکرار داخل یخدان محتوی یخ خردشده به آزمایشگاه صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات منتقل شدند. رنگ پوست بچه‌ماهیان با استفاده‌از سیستم رنگ‌سنجی هانترلب با کمک دستگاه کالریمتر (Hunterlab Ultrascan Pro reflectance spectrophotometer Hunter-Lab Corp., Reston, USA) مورد ارزیابی قرار گرفت. به‌صورت قراردادی مؤلفه روشنایی (L*) در محدوده بین ۰-۱۰۰ (کاملاً سفید-کاملاً سیاه) است و دو مؤلفه رنگی a* و b* به ترتیب نشان‌دهنده طیف رنگی که مؤلفه رنگی سبز تا قرمز و آبی تا زرد است (۳۲).

تجزیه و تحلیل آماری: برای اطمینان از نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. آنالیز آماری داده‌ها به‌روش آنالیز واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین بین تیمارها با آزمون چنددامنه دانکن در سطح معنی‌داری $p<0/05$ انجام شد. نتایج به‌صورت میانگین± انحراف معیار ارائه شد. برای آنالیز آماری داده‌ها از نرم‌افزارهای SPSS نسخه ۲۲ و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل نسخه ۲۰۱۳ استفاده شد.

نتایج

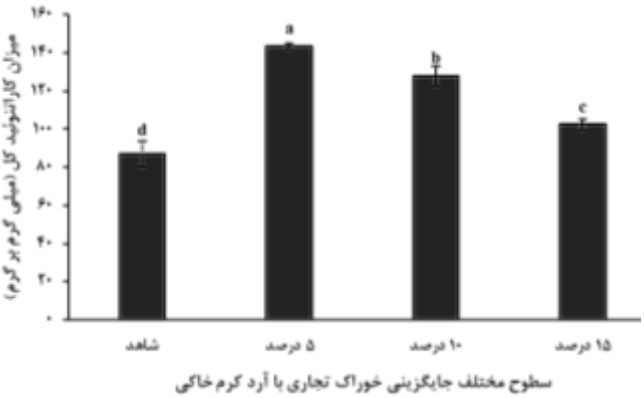
عملکرد رشد: نتایج جایگزینی خوراک تجاری با آرد کرم خاکی بر پارامترهای رشد بچه‌ماهیان اسکار در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد که با افزایش میزان جایگزینی شاخص‌های رشد به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند و ضریب تبدیل غذایی افزایش یافت ($p<0/05$). بر این اساس بالاترین وزن نهایی، طول نهایی، افزایش وزن، درصد افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و درصد بازماندگی در جیره ۵ درصد جایگزینی آرد کرم خاکی مشاهده شد ($p<0/05$). کم‌ترین ضریب تبدیل غذایی نیز در تیمار مذکور اندازه‌گیری شد ($p<0/05$). ضعیف‌ترین نتایج در جیره ۱۵ درصد جایگزینی مشاهده شد ($p<0/05$).

جدول۲: تغییرات شاخص‌های رشد و بازماندگی بچه‌ماهیان اسکار تحت تأثیر تیمارهای تغذیه شده با سطوح مختلف پودر کرم خاکی

شاخص	سطوح مختلف جایگزینی جیره تجاری با آرد کرم خاکی			
	شاهد	۵ درصد	۱۰ درصد	۱۵ درصد
وزن اولیه (گرم)	۴/۱۴±۰/۱۵^{a}	۴/۲۱±۰/۳۰^{a}	۴/۴۴±۰/۰۶^{a}	۴/۵۲±۰/۴۷^{a}
وزن نهایی (گرم)	۱۳/۸۲±۱/۲۲^{c}	۱۸/۳۱±۰/۴۹^{a}	۱۶/۸۸±۰/۲۵^{b}	۱۳/۶۶±۰/۴۹^{c}
افزایش وزن (گرم)	۹/۷۷±۱/۰۰^{c}	۱۴/۲۴±۰/۷۵^{a}	۱۲/۸۱±۰/۴۸^{b}	۹/۵۹±۰/۲۱^{c}
درصد افزایش وزن	۲۴۲/۲۲±۱۴/۲۰^{b}	۳۵۱/۸۰±۸/۱۴^{a}	۳۲۳/۱۷±۱۰/۱۸^{ab}	۲۴۰/۳۵±۷/۴۷^{b}
نرخ رشد ویژه (درصد/روز)	۲/۰۵±۰/۱۱^{b}	۲/۵۱±۰/۱۶^{a}	۲/۳۹±۰/۲۹^{ab}	۲/۰۳±۰/۲۲^{b}
ضریب تبدیل غذایی	۲/۳۲±۰/۲۱^{b}	۱/۷۴±۰/۱۴^{c}	۱/۷۵±۰/۰۹^{c}	۲/۳۲±۰/۳۶^{a}
درصد بازماندگی	۹۳/۳۳±۳/۵۵^{b}	۱۰۰±۰/۰۰^{a}	۹۳/۳۳±۳/۴۳^{b}	۸۶/۶۶±۴/۳۲^{c}

* حروف غیرهمسان در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشد ($p<0/05$).

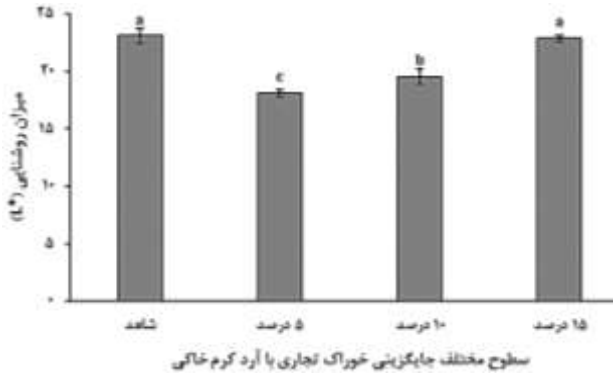
میزان کاروتنوئید: میزان کاروتنوئید کل بین تمامی تیمارهای آزمایشی نسبت به گروه شاهد به شکل معنی‌داری بالاتر بود ($p<0/05$). با افزایش جایگزینی جیره تجاری با آرد کرم خاکی میزان کاروتنوئید کل روندی نزولی داشت. بیش‌ترین میزان کاروتنوئید در جیره ۵ درصد جایگزینی آرد کرم خاکی و کم‌ترین مقدار آن در گروه شاهد اندازه‌گیری شد ($p<0/05$).



شکل۱: میزان کاروتنوئید کل (میلی‌گرم در گرم) در پوست بچه‌ماهیان اسکار در تیمارهای مختلف

* حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشد (p<۰/۰۵).

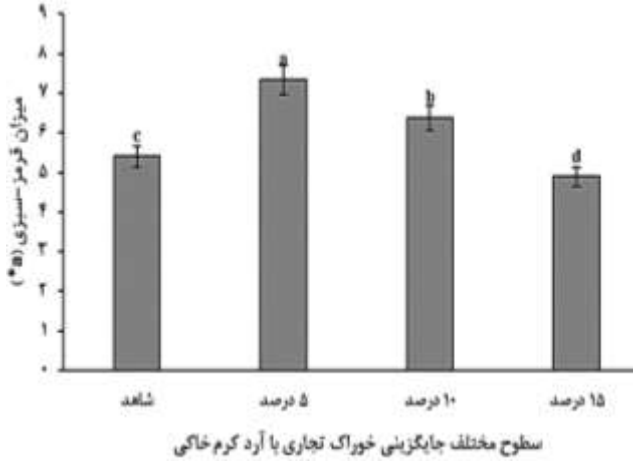
میزان روشنایی (L*): میزان روشنایی پوست بچه‌ماهیان اسکار با جایگزینی ۵ و ۱۰ درصد آرد کرم خاکی با جیره تجاری به شکل معنی‌داری کم‌تر از گروه شاهد اندازه‌گیری شد (p<۰/۰۵)، اما اختلاف معنی‌داری بین تیمار ۱۵ درصد جایگزینی و گروه شاهد مشاهده نشد (p>۰/۰۵). با افزایش میزان جایگزینی آرد کرم خاکی با جیره تجاری مخلفه L* در تیمارهای آزمایشی روندی صعودی داشت. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان روشنایی به‌ترتیب در تیمارهای ۱۵ درصد و ۵ درصد جایگزینی ثبت شد (p<۰/۰۵).



شکل۲: میزان مؤلفه L* در پوست بچه‌ماهیان اسکار در تیمارهای مختلف

* حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشد (p<۰/۰۵).

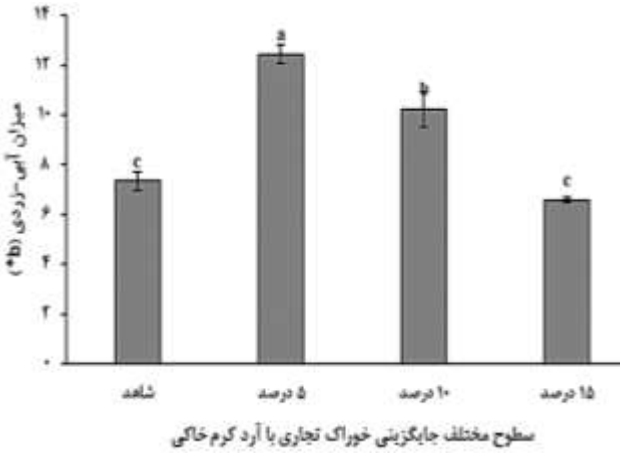
میزان رنگ قرمز (a*): میزان رنگ قرمز (a*) پوست بچه‌ماهیان اسکار تحت تأثیر جیره‌های تجاری جایگزین شده با سطوح مختلف آرد کرم خاکی بین هر ۴ تیمار آزمایشی اختلاف معنی‌داری داشت (p<۰/۰۵). با افزایش میزان جایگزینی مؤلفه a* روندی نزولی داشت. میزان رنگ قرمز پوست بچه‌ماهیان در تیمارهای جایگزین شده با ۵ و ۱۰ درصد آرد کرم خاکی به شکل معنی‌داری بالاتر از گروه شاهد و در تیمار جایگزین‌شده با ۱۵ درصد آرد کرم خاکی به شکل معنی‌داری پایین‌تر از گروه شاهد اندازه‌گیری شد (p<۰/۰۵). بیش‌ترین و کم‌ترین میزان رنگ قرمز به‌ترتیب در تیمارهای ۵ درصد و ۱۵ درصد جایگزینی مشاهده شد (p<۰/۰۵).



شکل۳: میزان مؤلفه a* در پوست بچه‌ماهیان اسکار در تیمارهای مختلف

* حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشد (p<۰/۰۵).

میزان رنگ زرد (b*): با جایگزینی ۵ و ۱۰ درصد آرد کرم خاکی با جیره تجاری میزان رنگ زرد (b*) پوست بچه‌ماهیان اسکار به شکل معنی‌داری بیش‌تر از گروه شاهد اندازه‌گیری شد (p<۰/۰۵)، اما اختلاف معنی‌داری بین تیمار ۱۵ درصد جایگزینی و گروه شاهد مشاهده نشد (p>۰/۰۵). با افزایش میزان جایگزینی آرد کرم خاکی با جیره تجاری مؤلفه b* در تیمارهای آزمایشی روندی نزولی داشت. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان روشنایی به‌ترتیب در تیمارهای ۱۵ درصد و ۵ درصد جایگزینی ثبت شد (p<۰/۰۵).



شکل۴: میزان مؤلفه b* در پوست بچه‌ماهیان اسکار در تیمارهای مختلف

* حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشد (p<۰/۰۵).

بحث

استفاده از کرم خاکی به‌عنوان غذای زنده به‌خصوص در صنعت پرورش ماهیان زینتی سابقه طولانی دارد (۳۳). به‌نظر می‌رسد کرم خاکی به‌دلیل دارا بودن پروفایل مناسبی از ترکیبات بیوشیمیایی، اسیدهای آمینه و ویتامین‌ها می‌تواند جایگزین مناسبی برای بخشی از آردماهی در جیره آبزیان گردد (۳۴). با وجود بالا بودن ارزش غذایی آرد کرم خاکی، استفاده از مقادیر بالای آن در جیره با محدودیت‌هایی همراه است (۱۷). در این مطالعه مصرف آرد خشک شده کرم خاکی تا ۱۰ درصد تأثیر مثبتی بر عملکرد رشد ماهیان اسکار داشت، اما در سطوح بالاتر رشد بچه‌ماهیان به شکل معنی‌داری کاهش یافت. دلایل کاهش رشد با افزایش درصد جایگزینی آرد کرم خاکی را به عوامل مختلفی مثل حضور ترکیبات کاهنده‌اشتها یا بدطعم در برخی گونه‌های کرم خاکی، کمبود آمینواسیدهای گوگردی (متیونین و سیستئین) در ترکیبات بدن کرم خاکی و جیره حاوی آرد کرم خاکی، حضور مواد ضدتغذیه‌ای در مایع سلومی و حضور کوتیکول غیرقابل‌هضم در ساختار کرم خاکی نسبت داده‌اند (۳۵). ترکیبات سلومیک حاوی پروتئین‌ها و عوامل ضدبیماری‌زای خاصی است که برای خود کرم خاکی مفید است و بر سیستم ایمنی سایر جانوران تأثیرگذار می‌باشد (۳۶). در حالی‌که، سمی بودن این مایع در مورد ۴۲ گونه از مهره‌داران آبزی به‌اثبات رسیده است (۳۷). در این تحقیق بهترین نتایج در تیمار جایگزین شده با ۵ درصد آرد کرم خاکی ثبت شد. در مطالعه Khademi hamidi و همکاران، جایگزینی ۵۰ درصد از پودر ماهی با آرد کرم خاکی بهترین عملکرد رشد را برای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌همراه داشت (۳۸). Mohammad Pour و همکاران، نیز با جایگزینی ۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد آرد کرم خاکی در جیره تجاری ماهیان اسکار بهترین نتایج رشد را در جایگزینی ۵۰٪ آرد کرم خاکی گزارش دادند (۱۹). Monebi و Ugwumba، با بررسی سطوح ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد آرد کرم خاکی در جیره بچه گربه‌ماهی هیبریدی (*Heterobranchus longifilis* × *Clarias gariepinus*) گزارش دادند جایگزینی آرد ماهی با ۵۰ و ۷۵ درصد آرد کرم خاکی برای رشد مطلوب این گونه مناسب است (۳۹). در مطالعه Popek و همکاران، جایگزینی ۱۰ درصد آرد ماهی با آرد کرم خاکی باعث رشد و عملکرد بهتر ماهیان گلدفیش (*Carassius auratus*) شد (۲۳). در Seidgar و همکاران، نیز با جایگزینی ۳۳ درصد کرم خاکی منجمد در جیره تجاری بچه‌ماهیان اسکار شاهد افزایش وزن نهایی و طول نهایی در مقایسه با گروه شاهد بودند، اما نرخ زندمانی به‌شکل معنی‌داری کم‌تر از گروه شاهد گزارش شد (۴۰). در تحقیق Sogbeasan و Madu، بهبود پارامترهای رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در جیره حاوی ۲۵ درصد کرم خاکی نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی را به‌دلیل ارزش غذایی بالای کرم خاکی نسبت دادند (۴۱). طبق گزارش این محققین استفاده از درصد بالای آرد کرم خاکی باعث کاهش معنی‌دار رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌گردد (۴۱). Dedeke، گزارش داد که استفاده از ۲۵ درصد آرد کرم خاکی باعث افزایش معنی‌دار پارامترهای رشد گربه ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) می‌گردد، اما با افزایش درصد آرد کرم خاکی به ۳۰ و ۵۰ درصد پارامترهای رشد نسبت به گروه شاهد کاهش معنی‌داری نشان دادند (۴۲). Edwards و Lofty، دلایل کاهش رشد در صورت استفاده از کرم خاکی در جیره را به طعم بد و بوی نامطبوع جیره نسبت دادند که روی مصرف غذا و ضریب تبدیل غذا تأثیرگذار می‌باشد (۴۳). محققین استفاده از کرم خاکی با درصد بالا را عامل سوء اختلاط در اسیدهای آمینه می‌دانند که در کاهش فاکتورهای رشدی تأثیرگذار می‌باشد (۴۴). در تحقیق Oscar Periera و همکاران، با به‌کارگیری ۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد آرد کرم خاکی منجمد (*E. foetidae*) در جیره غذایی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان بهترین عملکرد در گروه شاهد مشاهده شد و گزارش گردید که استفاده از سطوح بالای کرم خاکی باعث کاهش فاکتورهای رشد می‌گردد. این محققین دلیل احتمالی نتایج به‌دست آمده را عدم تعادل انرژی و پروتئین در جیره غذایی مبتنی بر سطوح بالا از کرم خاکی گزارش دادند (۴۵). در این تحقیق نیز افزودن بالاترین سطح از آرد کرم خاکی سبب افزایش معنی‌دار مقدار پروتئین خام جیره و درنتیجه برهم‌زدن بالانس ترکیبات جیره گردید. در حقیقت مصرف بیش از حد نیاز پروتئین سبب صرف انرژی از طرف موجود جهت دفع آن شده که این خود می‌تواند روی عملکرد رشد تاثیر منفی بگذارد. Tacon و همکاران، نیز عامل کاهش صفات رشد ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان را وجود مقادیر بالای متیونین و سیستئین جیره در صورت استفاده از سطوح بالای کرم خاکی دانستند (۴۶). این محققین گزارش دادند که کرم‌های خاکی *Eisenia foetidae* دارای فاکتور ضدتغذیه‌ای Haemolysin می‌باشند که خود عاملی محدودکننده در پارامترهای رشدی می‌باشد (۴۶). نتایج مشابهی در سایر تحقیقات نیز مشاهده شد (۴۷، ۴۸). در مطالعات بسیاری گزارش شده است که تغییر رنگ پوست ماهیان در بیش‌تر مواقع وابسته به سطح کاروتنوئید جیره و تفاوت‌های بین گونه‌ای است (۴۹، ۵۰). در این مطالعه مشخص شد که تغییر رنگ پوست ماهیان اسکار در تیمار تغذیه‌شده با جیره تجاری که توسط ۵٪ آرد کرم خاکی جایگزین شده بود به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر تیمارها و گروه شاهد بود. بیش‌ترین مقدار کاراتنوئید کل نیز در تیمار مذکور اندازه‌گیری شد. در مطالعه‌ای جایگزینی ۳۳٪ جیره تجاری با کرم خاکی منجمد باعث کاهش معنی‌دار میزان کاروتنوئید پوست بچه‌ماهیان اسکار نسبت به گروه شاهد شد (۲۱). نتایج این تحقیق با مطالعات Wathne و همکاران

(۵۱)؛ Bjerkeng (۵۲) و Mora و همکاران (۵۳) مطابقت دارد. در بررسی‌های انجام شده تأکید شده که معمولاً پارامترهای قرمزی و زردی بهترین همبستگی را با افزایش کاروتنوئید دارند، درحالی‌که پارامترهای روشنایی معمولاً همبستگی معنی‌داری با محتوی چربی گوشت دارد، بنابراین، رنگ پوست ماهیانی که از ۵٪ آرد کرم خاکی تغذیه کردند از لحاظ پارامترهای قرمزی و زردی اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارهای آزمایشی داشت. ماهیان از راه‌های مختلفی برای متابولیسم کروماتین بهره می‌برند، بنابراین انتقال کاروتنوئیدها به بافت‌های ماهیان متفاوت است (۵۰). Mandal و همکاران، نشان دادند که استفاده از غذای زنده کارایی بیش‌تری در مقایسه با غذاهای تجاری دارند و باعث روشنایی بیش‌تر رنگ پوست ماهیان گوپی (*Poecilla reticulate*) می‌گردد (۵۴). در مطالعه Seidgar و همکاران، نیز گزارش شد که مکمل‌سازی جیره با غذای زنده باعث افزایش کاروتنوئید پوست ماهیان گلدفیش (*Carassius auratus*) در مقایسه با جیره‌های تجاری می‌گردد (۴۰). از طرفی، علت افزایش ذخیره‌سازی کاراتنوئیدها در پوست بچه‌ماهی اسکار و به تبع بهبود پارامترهای رنگ پوست می‌تواند به‌دلیل وجود کاراتنوئیدهای طبیعی موجود در کرم خاکی نیز باشد (۵۵). Shapoori و همکاران، گزارش دادند که ماهیان اسکار نسبت به کاروتنوئیدهای خوراکی طبیعی و مصنوعی بسیار حساس هستند (۵۶). Ghiasvand و Shapouri، پس از بررسی اثر رنگدانه‌های موجود در هویج (*Daucus carota*)، گوجه‌فرنگی (*lycopersicum Solanum*)، فلفل دلمه‌ای قرمز (*Caspicum annum*) و رنگدانه مصنوعی آستاگزانتین بر ماهی اسکار سفید (*Astronotus ocellatus sp*) گزارش دادند که تیمارهای تغذیه شده با آستاگزانتین رنگین‌تر از تیمارهای تغذیه شده با مواد طبیعی بودند. آن‌ها تفاوت‌های ناشی از میزان شدت رنگ ایجاد شده توسط دو گروه را ناشی از کیفیت، مقدار و دوره جذب بیان کردند (۱۰). در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که جایگزین کردن ۵ درصد آرد کرم خاکی با جیره تجاری به‌عنوان یک منبع غذایی مناسب برای بچه‌ماهیان اسکار باعث افزایش نرخ رشد، افزایش میزان کاروتنوئید پوست و بهبود رنگ‌پذیری می‌گردد. درحالی‌که استفاده از سطوح بالاتر اثرات منفی در فاکتورهای رشد و رنگ‌پذیری ماهیان داشت.

منابع

1. **Hosseini, S.P. and Shamsaei, M., 2018.** Scientific and practical principles in freshwater aquariums. Islamic Azad University Publications. 214 p. (In Persian)
2. **Faria, P.M.C., Ribeiro, K., Almeida, C.F., Santos, F.W.M. and Santos, R.F.B., 2016.** Aquicultura ornamental: um mercado promissor. Panorama aquiculture. 26: 24-37.
3. **Broad, S., Mulliken, T. and Roe, D., 2003.** The nature and extent of legal and illegal trade in wildlife. In: The trade in wildlife, regulation for conservation. Oldfield, S., (ed), Earthscan, London, UK. 210 p.
4. **Yýlmaz, S. and Ergun, S., 2011.** Effect of red pepper (*Capsicum annuum*) on pigmentation of blue streak hap. Aquaculture. Bamidgeh. 63: 633-639.
5. **Nelson J.S., 2006.** Fishes of the World. Wiley.com
6. **Sugie, A., Terai, Y., Ota, R. and Okada, N., 2004.** The evolution of genes for pigmentation in African cichlid fishes. Gene. 343: 337-346.
7. **Tavares-Dias, M. and Neves, l.R., 2017.** Diversity of parasites in wild *Astronotus ocellatus* (Perciformes, Cichlidae), an ornamental and food fish in Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências. Annals of the Brazilian Academy of Sciences. Online version ISSN 1678-2690.
8. **Froese, R. and Pauly, D., 2017.** FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2017).
9. **Chatzifotis, S., Pavlidis, M., Jimeno, C., Vardanis, P. and Divanach, P., 2004.** The effect of carotenoid sources on skin coloration of red porgy Aquaculture Europe conference, Biotechnology for quality, Barcelona, Spain. 6: 32.
10. **Ghiasvand, Z. and Shapouri, M., 2006.** The effect of synthetic and natural pigments on the colour of the Albino Oscar (*Astronotus ocellatus* sp., Agassiz, 1831). Journal of Marine Biology1(1): 78-85. (In Persian)
11. **Diler, I. and Dilek, K., 2002.** Significance of pigmentation and use in aquaculture, Journal of Fisheries and Aquatic Science. 2: 97-99.
12. **Kop, A. and Durmaz, Y., 2008.** The effect of synthetic and natural pigments on the colour of the cichlids (*Cichlasoma severum* sp.). Aquaculture international. 16: 117-122.
13. **Sales, J. and Janssens, P.X., 2003.** Nutrient requirements of ornamental fish. Aquatic Living Resources. 16(6): 533-540.
14. **Sogbesan, A.O., Ugwumba, A.A.A. and Madu, C.T., 2007.** Productivity potentials and nutritional values of semi arid zone earthworm (*Hyperiodrilus euryaulos*; Clausen, 1967 cultured in organic wastes as fish meal supplement. Pakistan Journal of biological sciences. 10(17): 2992-2997.
15. **Barker, D., Fitzpatrick, M.P. and Dierenfeld, E.S., 1998.** Nutrient composition of selected whole invertebrates. Zoo Biology. 17: 123-134.
16. **Yahyaabadi, M., 2018.** Comparing the ability of two earthworms species *Dendrobaena veneta* and *Eisenia fetida* in the production of vermicompost. Journal of Animal Environmental. 9(4): 339-346. (In Persian)
17. **Velasquez, L., Ibañez, I., Herrera, C. and Oyarzun, M., 1991.** A note on the nutritional evaluation of worm meal (*Eisenia fetida*) in diets for rainbow trout. Animal Science. 53(1): 119-122.
18. **Mahmoud Aghdam, A. and Yousefi Siahkalroodi, S., 2009.** Study of consuming earthworm (*Eisenia foetida*) in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) nutrition (as base of protein source). Journal of Animal Environmental. 1(1): 51-56. (In Persian)
19. **Mohammad Pour, Y., Shapoori, M., Sadeghi, M.S. and Gholami, Sh., 2019.** A Comparison of nutritional value of Biomar diet and earthworm as feed on growth performance and survival of ornamental Oscar fish (*Asteronotus ocellatus*). Iranian Scientific Fisheries Journal. 28(2): 39-48. (In Persian)
20. **Razaghi, B., Yeganeh, S., Keramat Amirkolaie, A. and Janikhalili, Kh., 2018.** A Replacement of Fishmeal by Earthworm (*Eisenia fetida*) Meal Together with Garlic Powder on Growth Parameters, Carcass Composition and Digestibility of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Fisheries. 70(4): 337-349. (In Persian)
21. **Seidgar, M., mohebbi, F., Nekuiefard, A., Hafezieh, M., Dadgar, S., Abbaspour Anbi, A. and Shiri, S., 2019.** The effect of *Artemia urmiana*, Earthworm, Cow heart and concentrate as supplementary diets on skin color and pigmentation of Oscar fish. International Journal of Aquatic Science. 10(2): 88-93.
22. **Kostecka, J. and Pączka, G., 2006.** Possible use of earthworm *Eisenia fetida* (Sav.) biomass for breeding aquarium fish. European Journal of Soil Biology. 42: 231-233. https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2006.07.029
23. **Popek, W., Łuszczek, E. and Rościszewska, M., 1996.** Influence of supplemental feeding of earthworm (*Eisenia*

Oligocheata: eudrilidae) meal as protein feedstuff in diets for Heterobranchus longifilis fingerlings under laboratory conditions. Research J of Environmental Sciences. 2: 23-31.

42. **Dedeke, G.A., 2013.** Partial replacement of fish meal by earthworm meal (Libyodrilus violaceus) in diets for African catfish, (*Clarias gariepinus*) International J of Research in Fisheries and Aquaculture. 5(9): 229-233.
43. **Edwards, C.A. and Lofty, J.R., 1977.** Biology of Earth worms. 3rd Edition, Chapman and Hall, London.
44. **Hansen, R.P. and Czochanska, Z., 1975.** The fatty acid composition of the lipids of earthworms. Journal of the Science of Food and Agriculture. 26: 961-971.
45. **Óscar Pereira, J. and Gomes, E.F., 1995.** Growth of rainbow trout fed a diet supplemented with earthworms, after chemical treatment. Aquaculture International. 3: 36-42.
46. **Tacon, A.G.J., Stafford, E.A. and Edwards, C.A., 1983.** A preliminary investigation of the nutritive value of three terrestrial lumbricid worms for rainbow trout. Aquaculture. 35: 187-199.
47. **Omoyinmi, A., 2012.** Growth Performance of Nile Tilapia-*Oreochromis niloticus* Fed Diets Containing Different Sources of Animal Protein. Libyan Agriculture Research Center Journal International. 3(1): 18-23.
48. **Farahi, A.M., Kasiri, A., Talebi, M. and Sudagar, M., 2010.** Effect of different feed types on growth, spawning, hatching and larval survival in angelfish (*Pterophyllum scalare*). AACL Bioflux. 3(4): 299-303.
49. **Ho, A.L.F.C., Zong, S. and Lin J., 2014.** Skin color retention after dietary carotenoid deprivation and dominance mediated skin coloration in clown anemonefish, *Amphiprion ocellaris*. AACL Bioflux. 7(2): 103-115.
50. **Chatzifotis, S., Pavlidis, M., Jimeno, C.D., Vardanis, G., Sterioti, A. and Divanach, P., 2005.** The effect of different carotenoid sources on skin coloration of cultured red porgy. Aquaculture Research. 36: 1517-1525.
51. **Wathne, E., Bjerkeng, B., Storebakken, T., Vassvik, V. and Odland, A.B., 1998.** Pigmentation of Atlantic salmon (*salmon salar*) fed astaxanthin in all meals or in alternating meals. Aquaculture. 159: 217-231.
52. **Bjerkeng, B., 2000.** Carotenoid pigmentation of salmonid fishes-recent progress. Avances en nutricion acuicola V. Memorias del V simposium internacional de nutricion acuicola. 19: 22.
53. **La Mora, G.I., Arredondo-Figueroa, J., Ponce-Palafox, J., Barriga-Soca, I.A. and Vernon-Carter, J., 2006.** Comparison of red chilli (*Capsicum annuum*) oleoresin and astaxanthin on *Oncorhynchus mykiss* fillet pigmentation. Aquaculture (Amsterdam, Netherlands). 258: 487-495.
54. **Mandal, B., Mukherjee, A. and Banerjee, S., 2010.** Growth and pigmentation development efficiencies in fantail guppy, *Poecilla reticulate* fed with commercially available feeds. Agriculture and Biology Journal of North America. 1: 1264-1267.
55. **Vahdat, S., Fereidouni, A.E. and Khalesi, M.K., 2018.** Long-term effects of vermicompost manure leachate (powder) inclusions on growth and survival, biochemical composition, total carotenoids, and broodstock reproductive performance of *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906). Aquaculture International. 26(2): 569-588.
56. **Shapooeri, M., Ghiasvand, Z. and Jamii, Sh., 2012.** The study of synthetic and natural pigments on the color of the Albino Oscar. International Journal of Marine Science and Engineering. 2: 203-206.

fetida) on growth, gonad maturation and spawning in gold fish. Agriculture Academy. 310: 45-53.

24. **Ahmadifard, N., Sotudeh, M. and Imani, A., 2016.** Effect of commercial food replacement with earthworm (*Eisenia foetida*) on growth, survival, the number of larvae and their resistance to salinity stress in swordtail fish (*Xiphophorus helleri*). Iranian Scientific Fisheries Journal. 25(3): 231-241. (In Persian)
25. **Shahgholian, T., 2014.** Color changes of bream (*Paraneetroplus melanurus* × *Amphilophus citrinellus*) fed with a diet containing earthworms raised on foods containing natural pigments. Master's thesis. Shahrekord University. 60 p.
26. **Stafford, E.A. and Tacon. A.G.J., 1988.** The use of earthworm as a food for rainbow trout *Salmo gairdneri*. In: Earthworms in waste and environmental management. Edwarrds, C.A. and Neuhauser, E.F., (eds). Academic Publishing, The Hague, the Netherlands, 181-192.
27. **Leatherland, J.F. and Hilton, J.W., 1988.** Thyroidal compensation in *Salmo gairdneri* fed canola meal. Fish physiology and biochemistry. 5(4): 199-207.
28. **AOAC. 1999.** Official methods of analysis of AOAC international (16th Ed.). Washington, D.C: AOAC, USA.
29. **Soltani, M., Omidbeigi, R., Rezvani, S., Mehrabi, M. and Chitsaz, H., 2001.** Studies on the effect of the sensitizing effect of clove essential oil and extract on rainbow trout under some water quality conditions. Journal of Veterinary Research. 56(4): 85-89. (In Persian)
30. **Torrissen, O.J. and Naevdal, G., 1984.** Pigmentation of salmonids genetical variation in carotenoid deposition in rainbow trout. Aquaculture. 38: 59-66.
31. **Wang, Y.J., Chien, Y.H. and Pan, C.H., 2006.** Effects of dietary supplementation of carotenoids on survival, growth, pigmentation, & antioxidant capacity of characins, *Hyphessobrycon callistus*. Aquaculture. 260: 640-648.
32. **Afshari, H. and Farahnaki, A., 2009.** The possibility of using Photoshop software to measure the color of food: color change Mazafati date in getting the synthetic pitch. Journal of Food Research. 5(1): 37-46.
33. **Xiao, H., Cui, Y., Hung, S.S.O., Zhu, X., Zou, Z. and Xie, S., 1999.** Growth of juvenile Chinese sturgeon *Acipenser sinensis* fed live and formulated diets. North American Journal of Aquaculture. 61: 184-188.
34. **Mohsen, S.H., El-Hammady, A.K.I. and Taha, M.K.S., 2017.** Evaluation of alternative animal protein sources to replace fishmeal in practical diets for African catfish (*Clarias gariepinus*). Egyptian Journal of Nutrition and Feeds. 20(1): 149-162.
35. **Wang, K., Qi, S., Mu, X., Chai, T., Yang, Y., Wang, D. and Wang, C., 2015.** Evaluation of the toxicity, AChE activity and DNA damage caused by imidacloprid on earthworms, *Eisenia fetida*. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 95(4): 475-480.
36. **Kauschke, E., Mohrig, W. and Cooper, E.L., 2007.** Coelomic fluid proteins as basic components of innate immunityin earthworms. European Journal of Soil Biology. 43: 110-115. DOI: 10.1016/j.ejsobi.2007.08.043.
37. **Kobayashi, H., Ohtomi, M., Sekizawa, Y. and Ohta, N., 2001.** Toxicity of coelomic fluid of the earthworm *Eisenia fetida* to vertebrates but not invertebrates: probable role of sphingomyelin. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology and Pharmacology. 128(3): 401-411. DOI: 10.1016/ S1532- 0456(00)00213-1.
38. **Khademi hamidi, M., Harsij, M., Jafaryan, H. and Farhangi, M., 2019.** The effect of Earth worm (*Eisenia fetida*) difference levels on growth performance and body composition and Nutrition and Digestive Enzymes of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Applied Ichthyological Research. 7 (1) :117-130. (In Persian)
39. **Monebi, C.O. and Ugwumba, A.A.A., 2013.** Utilization of the earthworm, *Eudrilus eugeniae* in the diet of Heteroclarias fingerlings. International Journal of Fisheries and Aquaculture. 5(2): 19-25.
40. **Seidgar, M., Hafezieh, M. and Nekuie fard, A., 2015.** The variation in the effect of fairy shrimp, artemia and concentrate diet on pigmentation and skin color quality of goldfish. Iranian Journal of fisheries Sciences. 24: 13-25.
41. **Sogbesan, A.O. and Madu, C.T., 2008.** Evaluation of earthworm *(Hyperiodrilus euryaulos*, Clausen, 1914*;*