# مقایسه اثر جیره غذایی بیومار و کرم خاکی بر شاخص های رشد و بازماندگی ماهی اسکار (*Asteronotus Ocellatus*)

یوحنا محمدپور[۱]، مریم شاپوری[۱*]، مهناز سادات صادقی[۲]، شاهپور غلامی[۳]

۱. گروه منابع طبیعی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران
۲. گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
۳. مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان دریایی شادروان یوسف پور، سیاهکل، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۷

## چکیده

این آزمایش به منظور بررسی امکان کاربرد پودر کرم خاکی در تغذیه ماهی اسکار در قالب طرح تصادفی با سه تیمار، هر یک با سه تکرار در ۹ آکواریوم به مدت ۹ هفته، به اجرا درآمد. در هر آکواریوم ۲۰ قطعه ماهی با میانگین وزنی ۰/۵±۳/۶ گرم ذخیره سازی گردید. پودر کرم خاکی به نسبت‌های صفر (شاهد)، ۵۰ درصد و ۱۰۰ درصد جایگزین جیره غذایی بیومار گردید. در این آزمایش ۳ تیمار در نظر گرفته شد که شامل تیمارهای ذیل بود. تیمار ۱: ماهیانی که ۱۰۰ درصد از جیره غذایی بیومار تغذیه شده‌اند. تیمار ۲: جیره ترکیبی۵۰ درصد پودر کرم خاکی و ۵۰ درصد جیره غذایی بیومار و تیمار ۳: ماهیانی که ۱۰۰ درصد از پودر کرم خاکی تغذیه نمودند. برای هر یک از تیمارها ۳ تکرار اختصاص داده شد. میزان غذای مورد نیاز با توجه به وزن توده زنده برابر با ۳ درصد وزن بدن و ۳ بار در روز صورت گرفت. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب، نظیر دما (۰/۵±۲۸) درجه سانتی‌گراد، اکسیژن (ppm ۰/۲± ۷/۸) و pH (۰/۱۱± ۸/۱) اندازه‌گیری شد و تحت کنترل بود. نتایج این تحقیق نشان داد که بین تیمارهای مورد بررسی از نظر وزن بدن ماهیان، اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده می‌گردد (p<۰/۰۵)، بطوریکه بیشترین درصد افزایش وزن بدن (۲۳ /۰±۱۷۳/۰۲گرم)، نرخ رشد ویژه (۰/۲۶±۲/۰۲درصد)، میانگین رشد روزانه (۳/۱۵± ۱۷/۴ درصد) ، نرخ کارآیی پروتئین (۰/۱۶±۱/۸۵ درصد) در تیمار جیره غذایی بیومار مشاهده شد (p<۰/۰۵). همچنین نتایج نشان داد که جیره غذایی بیومار بیشترین کارآیی تغذیه‌ای (۰/۰۵±۰/۹۹) را بخود اختصاص داد و تفاوت معنی-داری را با تیمار ۳ داشته است (p<۰/۰۵). از سوی دیگر، بیشترین درصد بازماندگی در تیمار پودر کرم خاکی مشاهده شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که جیره غذایی بیومار می‌تواند اثرات مطلوبی بر شاخص‌های رشد و تغذیه ماهی اسکار داشته باشد، اما جیره ترکیبی بیومار و کرم خاکی و جیره کرم خاکی (۱۰۰ درصد) توانایی تأمین نیازهای غذایی ماهیان را ندارد.

**لغات کلیدی:** جیره بیومار، پودر کرم خاکی، شاخص‌های رشد، بازماندگی، ماهی اسکار (*Asteronotus Ocellatus*)

*نویسنده مسئول

## مقدمه

پرورش ماهیان زینتی یکی از فعالیت‌هایی است که به صورت خرد و انبوه در سطح کشور در حال انجام است و در سایر کشورها نیز بازار مصرف دارد. با توجه به صنعت گسترده ماهیان زینتی و سود سرشار ناشی از تجارت این ماهیان، مطالعات و پژوهش های بسیاری پیرامون موضوعات مختلف از جمله منابع غذایی انجام شده است که برای مدیریت پرورش و نگهداری این ماهیان، نقش اساسی دارد (عبدالباقیان و همکاران،۱۳۹۰). همچنین غذا و دریافت غذای مطلوب یکی از فاکتورهای مهم در پرورش و رشد سریع با هزینه کم در زمان رشد در دوران جوانی محسوب می‌شود (زمانی کیاسنج محله و همکاران، ۱۳۸۶). پرورش موفقیت آمیز ماهیان به قابلیت دسترسی به غذای مناسب جهت تغذیه بستگی دارد تا بتواند سلامتی و رشد برای مولد و نیز در مراحل نوزادی تامین نماید (Girri *et al*., 2002). از سوی دیگر، در پرورش ماهیان، مهمترنی مساله تامین غذای مناسب با کیفیت بالاست که براحتی توسط ماهی پذیرفته و هضم شود. با وجود این که استفاده از غذای فرموله شده و جیره های خشک، برای آبزی‌پروران راحت‌تر است، اما امروزه منابع غذای زنده، با توجه به اهمیت و کاربرد آنها در تغذیه ماهیان بیش از پیش مورد توجه قرار می‌گیرند. از میان انواع مختلف غذای زنده، کرم خاکی می‌تواند از فراوان‌ترین و مناسب ترین موادغذایی زنده برای تغذیه آبزیان باشد (احمدی‌فر و همکاران، ۱۳۹۵). کرم خاکی دارای ۷۰-۵۲ درصد پروتئین خام و همچنین دارای مقدار بالای اسید آمینه ضروری (لیزین و میتونین) در مقایسه با پودر ماهی است. همچنین تولید ساده، تجهیزات مورد نیاز اندک و امکان تولید کم هزینه آن از دیگر مزایای کرم خاکی است. کرم خاکی می‌تواند با توجه به اندازه های مختلف در دوره های مختلف زندگی خود مورد استفاده قرار گیرد (احمدی فر و همکاران، ۱۳۹۵).

ماهی اسکار با نام علمی *Astronotus ocellatus* یکی از گونه های خانواده سیکلیده بشمار می‌آید. همچنین واضح است که این خانواده در زمرهٔ شناخته شده ترین ماهیان آکواریومی هستند. بیشتر آنها در آب شیرین ساکن هستند و معمولاً در آمریکا، آفریقا و آسیا پراکنده شده‌اند. ماهیان اسکار همه چیز خوار، هرچند غالباً گوشتخوار می‌باشند. آنها معمولاً از حشرات، سخت‌پوستان و ماهیان کوچک آبزی و خاکزی، سایر بی مهرگان و نرمتنان تغذیه می‌کنند. ماهیان اسکار در شرایط اسارت می‌توانند با غذای آماده ماهی تهیه شده برای ماهیان گوشتخوار تغذیه شوند (Fracalossi *et al*., 1998). مطالعات مختلفی در خصوص استفاده از کرم خاکی در تغذیه ماهی به عنوان ماده خوراکی با ارزش غذایی مطلوب انجام شده است. Velasquez و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند که پودر کرم خاکی قابلیت جایگزینی را با پودر ماهی در جیره ماهی قزل آلای رنگین کمان دارد و حتی در برخی توانسته افزایش وزن بیشتری را بدون اینکه اثرات نامطلوبی بر عملکرد ماهی قزل آلای رنگین کمان داشته باشد، ایجاد نماید. استفاده از منابع پروتئینی جانوری همانند کرم خاکی، حشرات و پروتئین‌های تک سلولی نسبت به منابع گیاهی کمتر مورد توجه قرار گرفته است (Sinha *et al*., 2010). کرم های خاکی را می‌توان با استفاده از مواد آلی و پسماندها به طور صنعتی یا در سطوح کوچکتر تولید نمود. بواسطه فعالیت کرم‌ها این پسمانده‌ها تبدیل به کمپوست شده که محیط مناسبی برای رشد گیاهان محسوب می‌شود. به عنوان یک محصول جانبی کرم‌ها قادرند منبع با ارزشی از پروتئین تلقی شوند و برای تغذیه سایر موجودات مورد استفاده قرار گیرند. بررسی‌های انجام شده بر میزان پروتئین کرم خاکی نشان می‌دهد که نسبت پروتئین به وزن خشک ۷۰-۶۰ درصد و مقدار فیبر آن حدود ۵ درصد می‌باشد. این مطالعات نشان می‌دهد که کرم‌های خاکی نه تنها از لحاظ میزان پروتئین بلکه از لحاظ نوع اسید آمینه بخصوص اسید آمینه لیزین اهمیت زیادی دارند. بنابراین، کرم خاکی به علت داشتن مقدار فراوان پروتئین در ساختار خود می‌تواند به عنوان غنی‌ترین منبع غذایی برای پرورش آبزیان نیز مورد استفاده قرارگیرد (Vielma *et al*., 2003). در تحقیق حاضر به بررسی تأثیر جیره غذایی بیومار و پودر کرم خاکی بر شاخص های رشد و بازماندگی ماهی اسکار پرداخته شد تا بتوان با تعیین یک جیره مناسب برای این

ماهیان، ضمن کاهش هزینه‌های تغذیه‌ای به رشد بهتر و بالاتری نیز دست یافت.

## مواد و روش کار

این آزمایش در سالن تکثیر و پرورش ماهی‌های زینتی واقع در شهر ساری (استان مازندران) طی مدت ۹ هفته صورت گرفت. برای انجام این تحقیق، آب شهری به مدت ۲۴ ساعت در مخازن هوادهی شده و سپس استفاده می-شد. تانک‌های مورد استفاده از جنس شیشه بوده (آکواریوم) و ظرفیت مفید هر یک ۱۶۰ لیتر بود. در مجموع ۹ آکواریوم و هر یک با ابعاد ۴۰×۵۰×۸۰ سانتی متر به منظور انجام این آزمایش در نظر گرفته شد. بچه ماهی مورد نیاز برای انجام این تحقیق از مرکز خصوصی تکثیر و پرورش ماهی زینتی در شهرستان ساری با میانگین وزنی ۰/۵±۳/۶ گرم خریداری شد و به سالن مطالعاتی انتقال یافت. ماهیان به مدت ۱۰ روز با شرایط محیط پرورشی جدید سازگار شدند. پس از تطابق ماهیان در محیط جدید، در هر آکواریوم ۲۰ قطعه بچه ماهی شمارش و ذخیره‌سازی شد و آکواریوم ها به صورت کاملاً تصادفی تیماربندی شدند. برای انجام این آزمایش ۳ تیمار در نظر گرفته شد که شامل تیمار ۱: جیره غذایی بیومار ۱۰۰ درصد، تیمار ۲: جیره حاوی ۵۰ درصد وزنی پودر کرم خاکی و ۵۰ درصد وزنی بیومار و تیمار ۳: پودرکرم خاکی ۱۰۰ درصد خشک (کرم خاکی در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت در آون خشک شده است). برای هر یک از تیمارها ۳ تکرار اختصاص داده شد. مقدار غذای روزانه با توجه به وزن ماهیان (۳ درصد وزن بدن) محاسبه شد و در ۳ نوبت در اختیار ماهیان قرار گرفت. پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب در طول دوره پرورش بچه ماهیان اسکاربه صورت روزانه مورد سنجش قرار گرفتند. بطوریکه میزان درجه حرارت آب در محدوده ۰/۵±۲۸ درجه سانتی‌گراد، pH در حدود ۰/۱۱±۸/۱ و مقادیر اکسیژن محلول در محدوده اشباع بود (۰/۲±۷/۸). به منظور حفظ کیفیت آب مخازن آزمایش، در طول دوره انجام پژوهش (۹ هفته) به صورت روزانه بقایای مواد غذایی و مواد دفعی ماهیان سیفون و حدود ۵۰ درصد حجم آب آنها مورد تعویض قرار گرفت و با استفاده از آب شهری که از قبل اکسیژن دهی و کلرزدایی شده بود، جایگزین می‌گردید. برای آگاهی از عملکرد جیره‌های غذایی و چگونگی رشد ماهیان در طول دوره پرورش، ۳ بار عمل بیومتری صورت گرفت. برای محاسبه وزن ماهیان از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم استفاده گردید.

آنالیز مواد اولیه مصرفی و جیره های ساخته شده در این آزمایش با استفاده از روش AOAC (۲۰۰۰) صورت گرفت. تعیین محتوای رطوبت جیره از طریق قرارگیری نمونه‌ها در داخل آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت صورت گرفت. برای تعیین مقدار پروتئین نمونه از روش کلدال (پروتیین خام= نیتروژن×۶/۲۵) و استخراج چربی از روش سوکسله استفاده شد. تعیین خاکستر غذا با سوزاندن نمونه‌ها در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت صورت گرفت. جیره‌های آزمایشی کرم خاکی گونه *Eisinea foetida* از یک مرکز تولید کود ورمی کومپوست معتبر تهیه شد. جیره غذایی بیومار، ساخت فرانسه و به سفارش شرکت ماهیران بود. آنالیز غذاهای مورد استفاده در این آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

در پایان آزمایش‌ها، شاخص‌های رشد مانند شاخص وزن بدن (BWI)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، ضریب رشد ویژه (SGR)، درصد افزایش وزن بدن (PBWI)، میانگین رشد روزانه (ADG)، نرخ کارآیی پروتئین (PER) و فاکتور بازماندگی(SR) به روش‌های ذیل محاسبه شد Beckan *et al.*, 2006; Ahmad, 2008; Li *et al.*, 2010; Arredondo-Figueroa *et al.*, 2012).

به منظور تجزیه و تحلیل آماری از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف استفاده گردید، همچنین از نظر تحلیل آزمون پیرسون ( بررسی نرمال بودن توزیع داده ها) تیمارها توسط آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد. اختلاف میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن صورت گرفت. کلیه این آزمون ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۹ در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد. داده‌های درون متن به صورت (میانگین ± خطای انحراف معیار) ذکر شده است.

**جدول ۱: ترکیب جیره فرموله شده برای تیمارهای مورد آزمایش**

**Table 1: Dietary formulation composition of the experimental diets**

| نوع جیره / کیفیت جیره | بیومار | جیره ترکیبی کرم خاکی و بیومار | کرم خاکی |
|---|---|---|---|
| پروتئین (٪) | ۵۵/۵ | ۵۷/۴ | ۵۹/۴ |
| چربی (٪) | ۱۵/۸ | ۱۴/۱ | ۱۲/۵ |
| فیبر (٪) | ۰/۵ | ۲/۶ | ۳/۲ |
| رطوبت | ۹/۱ | ۷ | ۵ |
| خاکستر (٪) | ۷/۶ | ۷/۵ | ۷/۳ |

**افزایش وزن بدن (BWI[1]):**

$BWI= W_F–W_I$

$W_F$=وزن نهایی ماهی (گرم)

$W_I$=وزن اولیه ماهی (گرم)

**ضریب تبدیل غذایی (FCR[2]):**

$FCR = F/ (W_F –W_I)$

F=غذای خورده شده (گرم)

$W_F$=وزن نهایی ماهی (گرم)

$W_I$=وزن اولیه ماهی (گرم)

**نرخ رشد ویژه(SGR[3]) :**

$SGR (\% /day) = [(LnWF – LnWI) / t] \times 100$

$LnW_I$=لگاریتم طبیعی وزن اولیه ماهی

$LnW_F$=لگاریتم طبیعی نهایی ماهی

t=طول دوره آزمایش

**درصد افزایش وزن بدن (PBWI[4]):**

$PBWI (\%) = [(W_F – W_I) / W_I] \times 100$

$W_F$=وزن نهایی ماهی (گرم)

$W_I$=وزن اولیه ماهی (گرم)

**درصد میانگین رشد روزانه (ADG[5]):**

$ADG (\%) = [(W_F – W_I) / (W_I \times t)] \times 100$

$W_F$=وزن نهایی ماهی (گرم)

$W_I$=وزن اولیه ماهی (گرم)

t=زمان (روز)

**نرخ کارآیی پروتئین (PER[6]):**

$PER = (W_F – W_I) /AP$

$W_F$=وزن نهایی ماهی (گرم)

$W_I$=وزن اولیه ماهی (گرم)

AP=مقدار پروتئین داده شده به ماهی (گرم)

**درصد بازماندگی(SR[7]):**

$SR = (N_۲ / N_۱) \times ۱۰۰$

$N_۲$=تعداد ماهی ها در انتهای آزمایش

$N_۱$=تعداد ماهی ها در روز اول

## نتایج

مقایسه وزن نهایی ماهیان اسکار تغذیه شده با تیمارهای مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است. بیشترین وزن نهایی مربوط به جیره غذایی بیومار بود. نتایج نشان داد که بین تیمارهای جیره غذایی بیومار، جیره مخلوط پودر کرم خاکی و بیومار و پودرکرم خاکی خالص اختلاف معنی داری وجود دارد ($p<۰/۰۵$). نتایج نشان داد که جیره غذایی خالص بیومار سبب عملکرد رشد و کارآیی غذایی بچه ماهی اسکار شد، اما تیمار ۳ (پودر کرم خاکی ۱۰۰ درصد) کمترین راندمان رشد، کارآیی غذایی و وزن نهایی را نشان داد. بین تیمارهای ۱ (جیره غذایی بیومار ۱۰۰ درصد)، ۲ (جیره حاوی ۵۰ درصد وزنی کرم خاکی و ۵۰ درصد وزنی جیره غذایی بیومار) و ۳ (کرم خاکی ۱۰۰ درصد) اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p<۰/۰۵$).

[1] Body Weight Increase- BWI
[2] Feed Conversion Ratio- FCR
[3] Specific Growth Rate (SGR)
[4] Percent Body Weight Increase - PBWI
[5] - Average Daily Growth - ADG
[6] - Protein EfficiencyRatio- PER
[7] - Survival Rate- SR

**شکل۱: مقایسه وزن نهایی اسکار تغذیه شده با تیمارهای مختلف. حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی دار می باشد (p<۰/۰۵)**
**Figure 1: Comparison of the final weight of Oscar fed with different dietary**

همچنین تیمارهای ۲ و ۳ دارای درصد بازماندگی بالاتری بودند و تیمار ۱ هم دارای کمترین درصد بازماندگی بود. از نظر درصد بازماندگی در بین تیمارهای مختلف، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵). در بین فاکتورهای رشد بیشترین میانگین وزن نهایی، افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن، درصد میانگین رشد روزانه و نرخ کارایی پروتئین مربوط به تیمار ۱ (جیره بیومار ۱۰۰ درصد) بود. همچنین این تیمار پایین‌ترین ضریب تبدیل غذایی و غذای دریافتی را نسبت به سایر تیمارها بخود اختصاص داده بود. بطوریکه بین میزان ضریب تبدیل غذایی تیمار ۱ و ۲ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵). اما ضریب تبدیل غذایی تیمار ۱ و ۲ به طور معنی داری کمتر از تیمار ۳ (پودر کرم خاکی ۱۰۰ درصد) بود (p<۰/۰۵).

## بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تیمار ۱ (بیومار ۱۰۰ درصد) بهترین و تیمار ۳ (پودر کرم خاکی ۱۰۰ درصد) ضعیف‌ترین اثر را بر شاخص‌های رشد و تغذیه ماهی اسکار دارد. همچنین بیشترین افزایش وزن بدن ماهیان در تیمار ۱ (بیومار) با میانگین وزنی ۷/۴±۰/۸ گرم و کمترین افزایش وزن در تیمار ۳ (پودر کرم خاکی ۱۰۰ درصد) با میانگین وزنی ۳/۹±۰/۵ گرم بود. بطوریکه بین تیمارهای مختلف از لحاظ وزن بدن اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (p<۰/۰۵).

ارزش پودر کرم خاکی به عنوان منبعی از پروتئین توسط محققان مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. پروفایل آمینو اسیدی ثبت شده برای کرم‌های خاکی گویای آن است که آنها برای تولید غذایی با کیفیت جهت تغذیه انواع ماهیان زینتی بسیار مناسب می‌باشند (Edwards *et al*., 2010). پودر کرم خاکی علاوه بر داشتن آمینو اسید مناسب دارای قابلیت هضم پذیری بالایی است (Dong *et al*., 2010). با وجود بالا بودن ارزش غذایی پودر کرم خاکی، استفاده از مقادیر بالای پودر کرم خاکی در غذا با محدودیت همراه است. مطالعاتی که در زمینه استفاده از گونه *E. foetida* در غذای قزل آلای رنگین کمان صورت گرفته حاکی از آن است که استفاده در سطوح پایین باعث بهبود عملکرد رشد می شود (Óscar Pereira and Gomes, 1995). مطالعات صورت گرفته بر گربه ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) با استفاده از سایر گونه‌های کرم خاکی نیز موید آن است که استفاده از میزان کم پودر کرم خاکی (۱۵ درصد) باعث بهبود شاخص‌های رشد در این گونه ها شده است، ولی با افزایش سطح جایگزینی کامل آن شاخص رشد کاهش می‌یابد (Dedeke *et al*., 2013).

نتایج حاصل از درصد بازماندگی در ماهیان در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵ ) (جدول ۲)، ولی نتایج افزایش بازماندگی ماهیان را در تیمارهای ۲ و ۳ نشان داد، بطوریکه بیشترین درصد بازماندگی در ماهیان مربوط به تیمار ۳ بود.

**جدول ۲: نتایج شاخص های رشد و بازماندگی ماهی اسکار در تیمارهای مختلف**
**Table 2: Growth and survival parameters of Oscar fed with different dietary**

| شاخص های رشد و بازماندگی | تیمار ۱ (بیومار (۹۰ میلی گرم به ازای هر بچه ماهی) | تیمار ۲ (کرم خاکی و بیومار (۴۵ میلی گرم کرم خاکی و ۴۵ میلی گرم بیومار به ازای هر بچه ماهی) | تیمار ۳ (کرم خاکی (۹۰ میلی گرم به ازای هر بچه ماهی) |
|---|---|---|---|
| میانگین رشد روزانه (ADG) (درصد) | ۱۷/۴±۳/۱۵$^{a}$ | ۱۴/۲±۱/۳۴$^{b}$ | ۹/۴±۰/۵۲$^{c}$ |
| ضریب تبدیل غذایی(FCR) | ۰/۹۹±۰/۰۵$^{a}$ | ۱/۲±۰/۱$^{a}$ | ۱/۸±۰/۱۵$^{b}$ |
| ضریب رشد ویژه(SGR) (درصد در روز) | ۲/۰۲±۰/۲۶$^{a}$ | ۱/۶۵±۰/۲۶$^{b}$ | ۱/۳±۰/۱۷$^{c}$ |
| درصد افزایش وزن بدن (PBWI) | ۱۷۳/۰۲±۰/۲۳$^{a}$ | ۱۴۹/۳۷±۰/۰۶$^{b}$ | ۱۱۰/۴۱±۰/۱۸$^{c}$ |
| نرخ کارایی پروتئین (PER) | ۱/۸۵±۰/۱۶$^{a}$ | ۱/۵۵±۰/۲۱$^{b}$ | ۱/۲۴±۰/۱۵$^{c}$ |
| درصد بازماندگی (SR) | ۸۸/۱۴±۳/۷۴$^{a}$ | ۹۱/۳۷±۶/۰۷$^{a}$ | ۹۲/۶۱±۷/۱۸$^{a}$ |

حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی دار می باشد ($p<۰/۰۵$).

بنظر می‌رسد جیره غذایی بیومار به رغم نتایج خوبی که در پارامترهای رشد و تغذیه ماهی اسکار ایجاد نمودند، اما از نظر بازماندگی، کارایی پایین‌تری نسبت به جیره کرم خاکی داشتند. این امر می‌تواند به علت دلایل متعددی باشد که در ادامه به آن اشاره می‌شود (Boaru *et al.*, 2016).

در مطالعه حاضر با افزایش میزان پودر کرم خاکی (جیره ترکیبی پودر کرم خاکی و بیومار) کاهش رشد و همچنین کاهش مصرف غذا مشاهده شد. با توجه به نتایج حاصله می‌توان چنین استنباط کرد که عوامل مختلفی در پاسخ ضعیف غذایی دخالت دارد. عواملی همچون وجود مایع سلومیک که می‌تواند در مقادیر بالا بر غذا تاثیر گذارد و سبب کاهش وزن ماهیان شود (علامه و همکاران، ۱۳۹۴). مایع سلومیک حاوی ترکیباتی است که در سایر مهره‌داران باعث مرگ دیواره سلولی آنها می‌شود. ترکیبات سلومیک حاوی پروتئین‌ها و عوامل ضد بیماری‌زا خاصی است که برای خود کرم خاکی مفید و بر سیستم ایمنی سایر جانوران تاثیرگذار است (Kauschke *et al.*, 2007). علاوه بر وجود مایع سلومیک ممکن است عوامل دیگری نیز در کاهش رشد ماهیان نقش داشته باشند. با توجه به اینکه کرم خاکی در بسترهای حاوی مواد آلی پرورش داده می‌شود، لذا چنانچه بستر مورد استفاده حاوی فلزات سنگین و ترکیبات مضر باشد، این ترکیبات در بافت‌های کرم خاکی تجمع می‌یابد . در این بررسی، با افزایش میزان پودر کرم خاکی، انرژی جیره کاهش یافت و به دنبال آن ماهیان از رشد مناسبی برخودار نبودند. دلایل کاهش رشد با افزایش درصد جایگزینی پودر کرم خاکی را به عوامل مختلفی نظیر وجود ترکیبات کاهنده اشتها یا بد طعم در گونه‌های کرم خاکی، کمبود آمینو اسیدهای گوگردی (متیونین و سیستئین) در کرم خاکی و جیره حاوی پودر کرم خاکی، حضور مواد ضد تغذیه‌ای در مایع سلومی کرم خاکی نسبت داده‌اند (Wang *et al.*,2015). بطوریکه سمی بودن مایع سلومی برای ۴۲ گونه از مهره داران آبزی به اثبات رسیده است (Kobayashi *et al.*, 2001). مایع سلومیک کرم خاکی یک کمپلکس گیلیکو لیپو پروتئینی با خواص ضدباکتریایی و آنتی اکسیدانی است. این ماده برای خود کرم خاکی بی‌خطر است و به عنوان آنتی بیوتیک مانع از آلودگی باکتریایی کرم خاکی می‌شود. افزودن پودر کرم خاکی سبب کاهش انرژی جیره و به دنبال آن انرژی جیره و رشد ماهی می‌شود (Roubalová *et al.*, 2018). بنابراین، قابلیت جذب غذا بیش تر تحت تأثیر کیفیت ترکیبات اولیه در غذاست (حسینی و همکاران، ۱۳۹۱).

در بیومار استفاده شده در این مطالعه میزان چربی موجود ۱۵/۸ درصد بوده است. گنجاندن چربی در رژیم غذایی ممکن است نه تنها رشد و وضعیت تغذیه‌ای آبزی، را بهبود دهد، بلکه می‌تواند خوش خوراکی غذا را افزایش دهد. تعادل مناسب بین پروتئین و انرژی جیره غذایی برای حفظ نرخ رشد بالا و بهبود ضریب تبدیل غذایی لازم است (Ai *et al.*, 2004; Mohanta *et al.*, 2008).

افزایش رشد تنها زمانی بدست می‌آید که انرژی جذب شده از طریق غذا بیش از انرژی مصرف شده برای انجام فعالیت های فیزیکی و پایه‌ای بدن باشد (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۱). در مطالعه دیگری، Pucher و همکاران (۲۰۱۴) گزارش دادند که در دو تیمار حاوی کرم خاکی (۵۰٪ و ۱۰۰٪ جایگزینی پودر ماهی)، نرخ رشد و نرخ غذاگیری ماهی کپور در استخرهای خاکی افزایش یافته است. علت افزایش رشد و تغذیه ماهی با درصد جایگزینی کرم خاکی در سطوح پایین می‌تواند با عدم دسترسی ماهیان به غذای طبیعی یا درصد کم جایگزینی کرم خاکی در جیره غذایی و نوع گونه ماهی مرتبط باشد. همچنین مطالعات صورت گرفته بر مولدین ماهی اسکار (Rezvani *et al.*, 2011)، مولدین ماهی گوپی (Kostecka and Paczka, 2006) و مولدین ماهی آنجل (Farahi *et al.*, 2010)، نشان داد که تغذیه با کرم خاکی حتی در سطوح بالا سبب افزایش کارایی تولید مثلی ماهیان می‌شود. محققین بهبود در تکامل غدد جنسی و عملکرد تولید مثلی را به دلیل وجود مواد مغذی موجود در رژیم های غذایی حاوی کرم خاکی می‌دانند. کرم خاکی با داشتن پروتئین بالا و اسیدهای چرب مناسب می‌تواند تاثیر مثبتی بر رشد غدد جنسی و میزان باروری ماهی داشته باشد. در ماهیان استخوانی، تشکیل و تداوم تخم و تخم ریزی توسط هورمون گنادوتروپین (GTH) تنظیم می‌شود. ممکن است غذای زنده به تنهایی برخی از عناصر میکرو نوترینت برای دفع GTH را بهمراه داشته باشد و همچنین رژیم غذایی حاوی کرم خاکی می‌تواند بر تولیدات استروئیدی تاثیرگذار باشد که برای تولید مثل مهم است (Rezvani *et al.*, 2011). این مسئله در افزایش تعداد لاروهای حاصله به لحاظ زمانی و اقتصادی برای کارگاه‌های تکثیر و پرورش مفید است. بنابراین، بنظر می‌رسد استفاده از کرم خاکی در مرحله تولید مثل ماهیان می‌تواند مفید واقع شود، اما در مرحله رشد، سطوح پایین کارایی را نشان می‌دهد. این موضوع می‌تواند بیانگر این نکته باشد که امکان کاربرد کرم خاکی برای طیف وسیعی از آبزیان پرورشی مهیاست و می‌توان انتظار رشد قابل قبولی را در سطوح پایین از جیره‌های این ارگانیزم غذایی در مقایسه با رژیم های بدون آن داشت.

به طور کلی، غذای بیومار بهترین تأثیر را بر فاکتورهای رشد و تغذیه ماهی اسکار دارد. اما تیمارهای حاوی کرم خاکی دارای بازدهی بسیار پایینی در تغذیه ماهیان هستند و از این لحاظ نمی‌توانند اثرات مناسبی در رشد این ماهیان ایجاد نمایند.

## منابع


**احمدی فر، ن.، ستوده، م. و ایمانی، ا.، ۱۳۹۵.** تاثیر جایگزینی غذای تجاری با کرم خاکی بر شاخص های رشد، بقا، تعداد لاروهای حاصل و مقاومت لاروها در برابر استرس شوری در ماه دم شمشیری. مجله علمی شیلات ایران، ۲۵ (۳): ۲۴۱-۲۳۱.
DOI: 10.22092/isfj.2017.110272

**حسینی، س.آ.، پور دهقانی، م.، کاظمی، ا.، وهاب-زاده. ح. و مروتی، م.، ۱۳۹۱.** مقایسه اثر غذای زنده و کنسانتره بیومار شاخص های رشد و بقای یچه ماهیان استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) در آکواریوم. دومین همایش ملی منابع شیلاتی دریای خزر. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۵-۱.

**زمانی کیاسنج محله، ح.، هادوی، ه. و خوش خلق، م. ر.، ۱۳۸۶.** اثرات سطوح مختلف زئولیت موجود در جیره های غذایی روی شاخص های رشد شاه میگوی میگوی جوان آب شیرین (*Astacus leptodactylus*) مجله علمی شیلات ایران، ۱۶ (۳): ۹۰-۸۱.

**عبدالباقیان، س.، متین فر، ع. و جمیلی، ش.، ۱۳۹۰.** بررسی تاثیر نوع خوراک بر رشد و بقاء نوزادان فرشته ماهی (*Pterophyllum scalare*). مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی آزاد شهر، ۵ (۱): ۱۲۳-۱۱۷.
DOI: 10.22092/isfj.2007.115071

**علامه، ک.، آذربایجانی، ع.، محمدی. م.، و آخوندی، م.، ۱۳۹۴.** بررسی امکان جایگزینی کرم خاکی (*Eisenia fetida*) به جای پودر ماهی در جیره ماهی

قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علمی شیلات ایران، ۲۴ (۳): ۶۸-۵۹. DOI: 10.22092/isfj.2017.110194

**مهدوی، م.، مجازی امیری، ب.، صیاد بورانی، م.، و طاولی، م.، ۱۳۹۱.** مقایسه شاخص‌های رشد و بازماندگی بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان به دست آمده از تخم چشم زده دانمارکی، آمریکایی و ایرانی. دومین همایش ملی منابع شیلاتی دریای خزر، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۶-۱.

**Ahmad, M.H., 2008.** Response of Africancatfish, *Clarias gariepinus*, to different dietary protein and lipid levels in practical diets. *Journal of the World Aquaculture Society*, 39: 541–548. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2008.00178.x

**Ai, Q., Mai, K., Li, H., Zhang, C., Zhang, L., Duan, Q., Tan, B., Xu, W., Ma, H., Zhang, W. and Liufu, Z., 2004**. Effects of dietary protein to energy ratios on growth and body composition of juvenile Japanese Seabass, *Laeoabrax japonicas*. Aquaculture, 230, 507–516. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2003.09.040

**AOAC (Association of official Analytical chemists), 2000**. Official method of analysis AOAC, Washington, D.C. 1263P.

**Arredondo-Figueroa, J.L., Matsumoto-Soulé, J.J. and Ponce-Palafox, J.T., 2012**. Effects of Protein and Lipids on Growth Performance, Feed Efficiency and Survival Rate in Fingerlings of Bay Snook (*Petenia splendida*). *International Journal of Animal and Veterinary Advances*, 4(3): 204–213.

**Beckan, S., Dogankaya, L. and Cakirogullari, G.C., 2006**. Growth and body composition of european catfish (*silurus glanis*) fed diet containing different percentages of protein. *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*, 58(2): 137-142. DOI : hdl.handle.net/10524/19170

**Boaru, A., Struți, D., Dărăban, S. V. and Georgescu, B., 2016.** The effect of using earthworm meal (*Eisenia foetida*) as protein supplement for the growth of *Xiphophorus hellerii* juveniles. Poeciliid Research, 6(1): 4-9. DOI: 10.1016/00448486

**Dedeke, G., Owa, S., Olurin, K., Akinfe, A. and Awotedu, O., 2013**. Partial replacement of fish meal by earthworm meal (*Libyodrilus violaceus*) in diets for African catfish, *Clarias gariepinus*. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 5: 229-233. DOI: 10.5897/IJFA2013.

**Dong, X.H., Guo Y.X., Ye, J.D., Song W.D., Huang X.H., . and Wang, H., 2010**. Apparent digestibility of selectedfeed ingredients in diets for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*. *Aquaculture Research*, 41: 1356-1364. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2009.02424.x

**Edwards, C.A., Arancon, N.Q. and Sherman, R.L., 2010.** Vermiculture Technology; Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management, CRC press. 578P.

**Farahi, A., Ksairi, M., Talebi, A. and Sudagar, M., 2010.** Effect of different feed types on growth, spawning, hatching and larval survival in angel fish (Pterophyllum scalare Lictenstein, 1823). *Aquaculture, Aquarium, Conservation and Legislation*, 3(4): 299-303.

**Fracalossi, D. M., Allen, M. E., Nichols, D. K. and Oftedal, O. T. 1998**. Oscars, Astronotus ocellatus, have a dietary requirement for vitamin C. *The Journal of Nutrition*, 128(10): 1745-1751.DOI: 10.1093/jn/128.10.1745

**Girri, S.S., Shoo, S.K., Sahu, B.B., Sahu,A.K., Mohanty, S.N., Mohanty, P.K. and Ayyappan, S., 2002.** Larval survival and growth in walago att (*Bloch and Schneider*): Effects of light, photoperiod and feeding regimes. *Aquaculture*. 213: 157-161. DOI: 10.1016/S0044-8486 (02)00012-1

**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

**Kobayashi, H., Ohtomi, M., Sekizawa, Y. and Ohta, N., 2001**. Toxicity of coelomic fluid of the earthworm Eisenia foetida 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

**Kostecka, J. and Paczka, G., 2006**. Possible use of earthworm Eisenia fetida (Sav.) biomass for breeding aquarium fish . *European Journal of Soil Biology*, 42(1): S231-S233. DOI: 10.1016/j.ejsobi.2006 .07.029

**Li, X.F., Liu, W.B., Jiang, Y.Y., Zhu, H. and Ge, X.P., 2010**. Effects of dietary protein and lipid levels in practical diets on growth performance and body composition of blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*) fingerlings. *Aquaculture*, 303: 65–70. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2010.03.014

**Mohanta, K.N., Mohanty, S.N., Jena, J. and Sahuz, N.P., 2008**. A dietary energy level of 14.6 MJ $kg^{-1}$ and protein-to-energy ratio of 20.2 g $MJ^{-1}$ results in best growth performance and nutrient accretion in silver barb *Puntius gonionotus* fingerlings. *Aquaculture Nutrition*, 15(6): 627–637. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2008.00632.x

**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. DOI: 10.1007/BF00240919

**Pucher, J., Ngoc, T.N., ThiHanhYen, T., Mayrhofer, R ,.El-Matbouli, M. and Focken, U., 2014.** Earthworm meal as fishmeal replacement in plant based feeds for common carp in semi-intensive aquaculture in rural Northern Vietnam. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14: 557-565. DOI: 10.4194/1303-2712-v14_2_27

**Rezvani, A., Amiri, B.M., Manouchehri, H. and Abadian, R., 2011.** Measurement of Gonadal Development of Astronotus ocellatus (Cuvier, 1829) as a Result of Feeding Earthworm (Eisenia foetida).

*International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture*, 1(1): 11-13.

**Roubalová, R., Płytycz, B., Procházková, P., Pacheco, N.I.N. and Bilej, M., 2018**. Annelida: environmental interactions and ecotoxicity in relation to the earthworm immune system. In Advances in Comparative Immunology, Springer, Cham. pp. 933-951.DOI: 10.1007/978-3-319-76768-0_27

**Sinha, R.K., Valani, D., Chauhan, K. and Agarwal, S., 2010.** Embarking on a second green revolution for sustainable agriculture by vermiculture biotechnology using earthworms: reviving the dreams of Sir Charles Darwin. *Journal of Agriculture Biotechnology and Sustainable Development*, 2: 113-128.

**Velasquez, L., Ibanez, I., Herrera, C. and Oyarzun, M., 1991**. A note on the nutritional evaluation of worm meal (*Eisenia feotida*) in diets for rainbow trout. *Animal Production*, 53: 119-122. DOI: 10.1017/S000335610000605X

**Vielma-Rondon, R., Ovalles-Duran, J.F., Leon- Leal, A. and Medina, A., 2003**. Nutritional value of earthworm flour (*Eisenia foetida*) as a source of amino acids and its quantitative estimation through reversed phase Chromatography (HPLC) and pre-column derivation with o-phthalaldehyde (OPA). *Ars Pharmaceutica*, 44(1):43-58

**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. DOI: 10.1007/s00128-015-1629-y

# A Comparison of nutritional value of Biomar diet and earthworm as feed on growth performance and survival of ornamental Oscar fish (*Asteronotus ocellatus*)

Mohammad Pour, Y.[1]; Shapoori M. [1*]; Sadeghi M.S.[2]; Gholami Sh.[3]

[*]m_shapoori@iausk.ac.ir

1. Department Of Natural resources, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran
2. Department of Marine Science, Faculty of Marine Science and Technology, Islamic Azad University, Tehran North Branch
3. Dr. Yousefpour Propagation and Rearing Center, Siyahkal, Iran

**Abstract**

This experiment was carried out to evaluate the effect of earthworm (*Eisenia fetida*) in diet for Oscar fish (*Astronotus ocellatus*) in a randomized design with three treatments in triplicates using 9 aquarium for 9 weeks. Twenty pieces of Oscar fish with average weight 3.6±0.5 g were stocked in each replication. The earthworm meal (as fed) at the levels of 0, 50 and 100% was replaced with Biomar diet in Oscar fish diet. Fish were fed with experiential diets included: 1-Biomar 2- Mixture of Biomar and earthworm meal with equal ratio 3- Earthworm meal. Daily food intake calculated by the weight of fish (3% of body weight) and fish were fed 3 times a day. Physical and chemical properties of water, such as temperature (28.2°C±0.5), oxygen (7.8ppm±0.2) and pH (8.1±0.11), were control. At the end of study growth performance, feed utility and survival rates were measured. The highest body weight increase (173.2% (gr)±0.23), specific growth rate (2.02 (%)±0.26), average daily growth (17.4 (%)±3.15), protein efficiency ratio (1.85 (%)±0.16) and least feed conversion ratio (0.99 (%)±0.05) observed in Biomar treatment ($p<0.05$). But greatest survival ratio observed in diet contained earthworm powder. The results assessment showed that neither 50% nor 100% worm meal could not supply Oscar fish nutritional requirements.

**Keywords:** Biomar, Earthworm meal, Growth performance, Survival, Oscar fish (*Astronotus ocellatus*)

[*]Corresponding author