

بررسی امکان جایگزینی کرم خاکی (*Eisenia fetida*) به جای پودر ماهی

در جیره ماهی قزل آلابی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

سید کمال الدین علامه*، علیرضا آذربایجانی، مجتبی محمدی، علی آخوندی

*allameh40@gmail.com

مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، صندوق پستی: ۱۹۹-۸۱۷۸۵.

تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۳

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی امکان کاربرد کرم خاکی (*Eisenia fetida*) در تغذیه ماهی قزل آلابی رنگین کمان در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار هر یک با سه تکرار در یک استخر سیمانی با ۱۵ قفس، به مدت ۸ هفته به اجرا درآمد. در هر قفس ۱۰ قطعه ماهی با میانگین وزنی ۱۲۰ گرم رها سازی گردید. کرم خاکی به نسبت های صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزین پودر ماهی (۳۵ درصد) جیره پایه ماهی قزل آلابی رنگین کمان گردید. در پایان آزمایش مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن ماهیان آزمایشی محاسبه و همچنین از نمونه گوشت ماهی های قزل آلابی رنگین کمان از تیمارهای مختلف، ترکیبات شیمیایی شامل ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر اندازه گیری گردید. نتایج نشان داد که با افزایش درصد کرم خاکی در جیره میزان مصرف خوراک بطور معنی داری کاهش یافت ($p < 0.05$) مقایسه تأثیر جیره های آزمایشی بر افزایش وزن، میزان رشد ویژه و ضریب تبدیل خوراک ماهی نشان داد که تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد جایگزینی کرم خاکی نسبت به جیره شاهد تفاوت معنی داری نداشتند ($p > 0.05$). به عبارت دیگر کرم خاکی تا ۵۰ درصد جایگزینی، عملکردی مشابه پودر ماهی در جیره شاهد نشان داد. مقایسه ترکیب شیمیایی گوشت ماهی در تیمارهای مختلف نشان داد که تفاوت معنی داری بین جیره های آزمایشی از نظر ماده خشک، پروتئین و چربی وجود نداشت. با افزایش سطح کرم خاکی در جیره، میزان محتوی چربی گوشت بطور معنی داری کاهش یافت ($p < 0.05$). بطور کلی نتایج این آزمایش نشان داد امکان استفاده از کرم خاکی *Eisenia fetida* به شکل تازه در جیره ماهی قزل آلابی رنگین کمان وجود دارد و تا سطح ۵۰ درصد می توان آن را جایگزین پودر ماهی نمود.

نکات کلیدی: کرم خاکی، پودر ماهی، ماهی قزل آلابی رنگین کمان، رشد، ترکیبات شیمیایی بدن.

*نویسنده مسئول

مقدمه

کرم خاکی غذای طبیعی بسیاری از موجودات زنده از جمله ماهی ها و طیور می باشد و در پرورش ماهی به ویژه ماهیان گوشت خوار، به عنوان غذای زنده مورد استفاده قرار می گیرد (صفرخانلو ۱۳۸۳، فرمحمدی ۱۳۷۴، کازرونی منفرد ۱۳۷۴). کرم خاکی یک منبع پروتئینی با ارزش و قابل مقایسه با پودر ماهی است که پرورش آن بر روی مواد غذایی کم ارزش امکان پذیر می باشد. علاوه بر این، کرم خاکی کاملاً با طبیعت سازگار بوده و می تواند راه حل مناسبی برای معضل انباشتگی کود دامی و ضایعات کشاورزی باشد (فرمحمدی ۱۳۷۴، کازرونی منفرد ۱۳۷۴). انگلستان از جمله پیشتازان در زمینه استفاده از کرم های خاکی برای تجزیه زائدات گیاهی و حیوانی و تبدیل به کمپوست و همچنین تولید کرم خاکی برای تغذیه حیوانات به شمار می رود (Edward, 1980). کرم های خاکی بسیار سریع تکثیر یافته و می توان از آن به عنوان یک پروتئین غذایی برای تغذیه ماکیان و آبزیان پرورشی استفاده نمود (Edward, 1980; Bouche, 1977). این دسته از کرم ها به صورت زنده و یا خشک، به دلیل وجود ترکیبات مناسب اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه ضروری و وجود امگا-۳ زیاد به منظور رفع نیازهای تغذیه ای انواع آبزیان، مورد توجه قرار گرفته اند و استفاده از آن را نسبت به منابع گیاهی متمایز ساخته است. هضم و جذب آسان کرم خاکی، علاوه بر دیگر خصوصیات مفید آن، استفاده از آن را در پرورش دوران نوزادی و لاروی انواع آبزیان، کار بردی ساخته است (صفرخانلو، ۱۳۸۳).

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)، Cardenete و همکاران (۱۹۹۳)، همکاران (۱۹۸۵) و Tacon و همکاران (۱۹۸۳) گزارش کردند که پودر کرم خاکی (*Eisenia fetida*) قابلیت جایگزینی (در سطوح صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) با پودر ماهی در جیره ماهی قزل آلابی رنگین کمان را داشته و حتی در برخی آزمایشات توانسته است افزایش وزن بیشتری را بدون این که اثرات نامطلوبی بر عملکرد ماهی قزل آلابی رنگین کمان داشته باشد ایجاد نماید. کازرونی منفرد (۱۳۷۴) نشان داد،

افزایش وزن در بچه ماهیان تاس ماهی ایران در جایگزینی ۱۰۰ درصد کرم خاکی به جای کرم سفید بیشتر بوده و استفاده از کرم خاکی موجب ضریب تبدیل خوراک بهتری نسبت به کرم سفید گردیده است. Tacon و همکاران (۱۹۸۳) ارزش غذایی سه نوع کرم خاکی شامل *Lumbricus terrestris*، *Allolobophora longa* و *Eisenia fetida* را در جیره ماهی قزل آلابی رنگین کمان به جای پودر ماهی هرینگ مورد بررسی قرار دادند. آنها گزارش کردند که ماهی هایی که پلت حاوی ۵۰٪ پودر کرم خاکی آیزنیا فتیدا مصرف کرده بودند، میزان رشد آنها همانند میزان رشد در تیمار پلت ۱۰۰٪ پودر ماهی هرینگ بود. همچنین، مقدار چربی لاشه ماهی هایی که با جیره حاوی کرم *Allolobophora longa* یا *Lumbricus terrestris* تغذیه شدند پایین بود.

Velsquez و همکاران (۱۹۹۱) پودر کرم خاکی گونه *Eisenia fetida* را در سطوح صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰٪ جایگزین پودر ماهی درجیره ماهی قزل آلابی رنگین کمان نمودند. نتایج نشان داد، هیچ کدام از جیره ها برای سلامت ماهیان مضر و زیان آور نبوده است و جایگزینی در سطوح ۲۵ و ۵۰ درصد، میزان رشد بالاتری نسبت به جیره شاهد (صفر درصد کرم خاکی) داشت. همچنین ضریب تبدیل خوراک و نسبت راندمان پروتئین برای این سطوح جایگزینی بهتر از جیره شاهد بوده است. ترکیبات شیمیایی گوشت فیله ماهی نشان داد که تفاوت معنی داری بین جیره ها از نظر ماده خشک، پروتئین و خاکستر وجود ندارد، اما کاهش معنی داری از نظر محتوی چربی بدن یا گوشت فیله همراه با افزایش پودر کرم خاکی در جیره مشاهده شد. Stafford و Tacon در سالهای ۱۹۸۴ و ۱۹۸۵ در دو آزمایش جداگانه پودر کرم خاکی گونه های *Dendrodilus subrubicundus* و آیزنیا فتیدا را با پودر ماهی هرینگ در سطوح صفر، ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰٪ در جیره ماهی قزل آلابی رنگین کمان مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد که سطوح پایین جایگزینی (جایگزینی ۱۰٪ پودر ماهی هرینگ) کاهش معنی داری بر رشد ماهی ایجاد نکرده است، ولی جایگزینی در سطوح ۵۰ و ۱۰۰٪ باعث کاهش معنی دار در افزایش وزن و راندمان تبدیل خوراک ماهی قزل آلابی

همچنین، به منظور اطمینان از وجود یا عدم وجود عناصر سنگین و یا بیش از حد مجاز بودن آنها در بدن کرم خاکی، نمونه های کرم خاکی نیز به آزمایشگاه مذکور ارسال شد (جدول ۲). مقادیر اندازه گیری شده نشان داد که میزان نیکل، روی و جیوه کمتر از میزان حد مجاز می باشند (FAO and WHO, 2009). لازم به ذکر است که کرم های خاکی استحصالی تا زمان مصرف در داخل فریزر (در دمای ۴- درجه سانتی گراد) به صورت منجمد نگهداری شدند.

جدول ۲: میزان فلزات سنگین در نمونه های کرم خاکی (بر حسب ماده خشک)

فلزات سنگین (mg/kg)						
Hg	Zn	Co	Ni	Cr	Cd	Pb
۰/۰۰۷	۱۰۲/۵	۰	۰/۶۵	۰	۰	۰

این مطالعه در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار در هر تیمار، در یک استخرسیمانی به ابعاد ۲/۸ × ۱۹ متر و به مدت ۸ هفته به اجرا در آمد. تعداد ۱۵ قفس به ابعاد ۱/۲ × ۱ × ۱ متر، به طور تصادفی در دو ردیف در طول استخر مستقر گردیدند. در هر قفس تعداد ۱۰ قطعه ماهی قزل آلائی رنگین کمان با میانگین وزنی ۱۲۰ گرم رها سازی شد. در جیره های آزمایشی، کرم خاکی (خارج شده از حالت انجماد) با توجه به درصد رطوبت آن به میزان صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزین پودر ماهی هرینگ در جیره پایه شد. از آنجایی که درصد مواد مغذی کرم خاکی به ویژه پروتئین نزدیک به پودر ماهی هرینگ بود (۶۰٪)، تنها به جایگزینی کرم خاکی به جای پودر ماهی هرینگ با احتساب تراکم مواد مغذی در کرم خاکی تازه در جیره پایه اکتفا شد. مشخصات جیره های آزمایشی در جدول ۳ درج شده است.

رنگین کمان شده است. در همین راستا Cardenete و همکاران (۱۹۹۳)، Nguyen و همکاران (۲۰۱۰) نیز از پودر کرم خاکی *Eisenia fetida* به عنوان یک منبع پروتئینی در جیره ماهی قزل آلائی رنگین کمان استفاده کردند که به نتایج مشابهی دست یافتند.

با توجه به اهمیت شناسایی منابع خوراکی جدید و استفاده از آنها در تغذیه ماهی، در مطالعه حاضر از کرم خاکی گونه *Eisenia fetida* به عنوان یک ماده خوراکی پروتئینی و قابل مقایسه با پودر ماهی در جیره ماهی قزل آلائی رنگین کمان استفاده گردید. در این راستا اثرات کاربرد کرم خاکی بر صفات کمی و کیفی و همچنین سطح مطلوب آن در جیره ماهی قزل آلائی رنگین کمان مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روشها

تهیه جیره های آزمایشی

این مطالعه در مرکز تکثیر و پرورش آبزیان اصفهان اجرا گردید. کرم خاکی (*Eisenia fetida*) مورد نیاز این آزمایش از طرح تحقیقاتی انجام شده با عنوان " بررسی تاثیر جیره و بسترهای مختلف بر رشد و تکثیر کرم خاکی (*Eisenia fetida*) به منظور کاربرد در آبی پروری" تامین شد (آذربایجانی و همکاران، ۱۳۸۹). نمونه های کرم خاکی جهت تعیین ترکیبات شیمیایی بدن به آزمایشگاه اداره کل دامپزشکی استان اصفهان ارسال شد (جدول ۱).

جدول ۱: ترکیبات شیمیایی بدن کرم های خاکی (بر حسب ماده خشک)

ماده مغذی (%)					
پروتئین	چربی	فیبرخام	کلسیم	فسفر	مواد معدنی
خام	خام				
۵۹/۳	۱۴/۶۳	۰	۰/۴۸	۰/۵۹	۵/۰۲

جدول ۳: مواد تشکیل دهنده جیره های آزمایشی

اجزاء جیره (%)	شماره جیره				
	۱ (شاهد)	۲	۳	۴	۵
درصد جایگزینی	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
کرم خاکی	۰	۸/۷۵	۱۷/۵	۲۶/۲۵	۳۵
پودر ماهی هرینگ	۳۵	۲۶/۲۵	۱۷/۵	۸/۷۵	۰
کنجاله سویا	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱
کنجاله پنبه دانه	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
گندم	۸/۵	۸/۵	۸/۵	۸/۵	۸/۵
جو	۹	۹	۹	۹	۹
گلوکز	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵
ملاس	۲	۲	۲	۲	۲
دی کلسیم فسفات	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳
مخلوط ویتامین	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶

جیره های آزمایشی به طور جداگانه تهیه و پس از مخلوط کردن کلیه مواد با یکدیگر (از جمله کرم خاکی)، به وسیله چرخ گوشت به شکل حبه یا پلت در آورده شد. جیره ها پس از خشک شدن در آفتاب در کیسه های جداگانه ریخته ، شماره گذاری و در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی

گراد) نگهداری گردید. از هر کدام از جیره های آزمایشی نمونه ای به آزمایشگاه ذکر شده در بالا ارسال شد تا مقادیر مربوط به ترکیبات شیمیایی آنها مشخص گردد (جدول ۴) (AOAC, 1995).

جدول ۴: میزان ترکیبات شیمیایی (آنالیز تقریبی) اندازه گیری شده در جیره های آزمایشی

شماره جیره	ماده خشک (%)	پروتئین خام (%)	چربی خام (%)	خاکستر (%)	فیبر خام (%)
۱ (شاهد)	۸۹/۶	۳۳/۸۸	۱۰/۳۰	۱۳/۳۵	۳/۶
۲	۸۹/۹	۳۳/۲۰	۹/۴۰	۱۳/۸۲	۳/۵
۳	۸۹/۱	۳۳/۸	۱۳/۶۰	۱۱/۴۵	۳/۵
۴	۸۹/۳	۳۴	۱۲/۸۰	۱۲/۶۷	۳/۳
۵	۸۹	۳۳/۵	۱۱/۴۰	۱۲/۸۵	۳/۳

دوره پرورش پس از یک هفته سازگاری ماهیان با شرایط آزمایش به مدت ۸ هفته به طول انجامید. در طول این دوره درجه حرارت آب در صبح و بعد از ظهر و در ورودی و خروجی استخر اندازه گیری شد. همچنین میزان pH و اکسیژن محلول آب در کل استخر میزان pH و اکسیژن محلول آب تغییرات ناچیزی از خود نشان دادند. درجه حرارت آب حداقل ۱۵ و حداکثر ۱۷ درجه سانتیگراد اندازه گیری شد. عمل تغذیه در دو نوبت صبح و بعد از ظهر و بر اساس ۳ درصد وزن بدن انجام شد. در پایان دوره آزمایش ماهیان

دوره پرورش پس از یک هفته سازگاری ماهیان با شرایط آزمایش به مدت ۸ هفته به طول انجامید. در طول این دوره درجه حرارت آب در صبح و بعد از ظهر و در ورودی و خروجی استخر اندازه گیری شد. همچنین میزان pH و اکسیژن محلول آب در کل استخر میزان pH و اکسیژن محلول آب تغییرات ناچیزی از خود نشان دادند. درجه حرارت آب حداقل ۱۵ و حداکثر ۱۷ درجه سانتیگراد اندازه گیری شد. عمل تغذیه در دو نوبت صبح و بعد از ظهر و بر اساس ۳ درصد وزن بدن انجام شد. در پایان دوره آزمایش ماهیان

($p < 0.05$). بیشترین مصرف خوراک در جیره های شاهد (صفر درصد جایگزینی) و ۲۵ درصد جایگزینی کرم خاکی به جای پودر ماهی مشاهده شد که با سایر تیمارها تفاوت معنی داری نشان دادند ($p < 0.05$). مقایسه افزایش وزن در تیمارهای مختلف نشان داد که جیره شاهد و جیره های حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد جایگزینی کرم خاکی بطور معنی داری افزایش وزن بیشتری نسبت به تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزینی کرم خاکی با پودر ماهی داشتند ($p < 0.05$).

از آنجایی که جیره های حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد کرم خاکی تفاوت معنی داری را از نظر افزایش وزن با جیره شاهد نشان نداده اند، بیانگر آن است که کرم خاکی می تواند تا سطح مذکور جایگزین پودر ماهی در جیره ماهی قزل آلی رنگین کمان گردد. در مورد میزان رشد ویژه نیز همین روند مشاهده شد به طوری که جیره شاهد و جیره های حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد کرم خاکی بطور معنی داری میزان رشد ویژه بالاتری نسبت به تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزینی کرم خاکی با پودر ماهی نشان دادند ($p < 0.05$). به همین ترتیب، بهترین راندمان تبدیل خوراک و به عبارتی پایین ترین ضریب تبدیل خوراک در جیره های شاهد، ۲۵ و ۵۰ درصد کرم خاکی مشاهده گردید، به طوری که با تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزینی کرم خاکی با پودر ماهی تفاوت معنی داری نشان دادند ($p < 0.05$). بنابراین، نتایج نشان می دهد مصرف کرم خاکی تا سطح ۵۰ درصد جایگزینی با پودر ماهی در جیره اثرات مشابهی با جیره شاهد بر عملکرد ماهی خواهد داشت.

هر قفس صید و وزن و طول کل بدن آنها اندازه گیری و سپس صفات کمی شامل میزان مصرف خوراک، افزایش وزن، رشد ویژه و ضریب تبدیل خوراک محاسبه گردید (علامه، ۱۳۸۰).

تعیین ترکیبات شیمیایی گوشت

در پایان آزمایش به طور تصادفی سه قطعه ماهی از هر تکرار انتخاب و از قسمت زیر باله پشتی به طرف سرپوش آبششی نمونه ای از گوشت آن برداشته شد. سپس سه قطعه گوشت مربوط به هر تکرار توسط دستگاه آسیاب برقی چرخ شده تا مخلوط کاملاً یکنواخت به دست آید. از این مخلوط نمونه ای برداشته و به آزمایشگاه اداره کل دامپزشکی استان برای اندازه گیری ترکیبات شیمیایی نمونه های گوشت شامل ماده خشک، چربی، پروتئین و خاکستر ارسال گردید.

کلیه داده های مربوط به صفات کمی و کیفی با استفاده از نرم افزار SAS و با استفاده از برنامه ANOVA مورد تجزیه آماری قرار گرفتند و مقایسه میانگین ها به وسیله آزمون دانکن و LSD انجام شد (SAS, 1990).

نتایج

اثر جیره های آزمایشی بر شاخص های رشد ماهی قزل آلی رنگین کمان

اثرات جیره های آزمایشی بر صفات مختلف پرورشی از قبیل مصرف خوراک، افزایش وزن، میزان رشد ویژه و ضریب تبدیل خوراک در ماهی قزل آلی رنگین کمان مورد مقایسه آماری قرار گرفتند (جدول ۵). نتایج نشان داد که با افزایش میزان کرم خاکی (به صورت تازه) در جیره مصرف خوراک به طور معنی داری کاهش یافت

جدول ۵: مقایسه اثر سطوح مختلف کرم خاکی بر میانگین شاخص های رشد در ماهی قزل آلابی رنگین کمان*

شماره جیره	سطح جایگزینی کرم خاکی در جیره (%)	مصرف خوراک (گرم)	افزایش وزن (گرم)	رشد ویژه (درصد در روز)	ضریب تبدیل خوراک
۱	۰	۷۱/۵ ± ۷/۳ ^a	۴۵ ± ۴/۳ ^a	۰/۹۳ ± ۰/۱۳ ^a	۱/۵۸ ± ۰/۸ ^a
۲	۲۵	۷۰ ± ۶/۱ ^a	۴۴/۶ ± ۵/۳ ^a	۰/۹۲ ± ۰/۱۳ ^a	۱/۵۶ ± ۰/۷ ^a
۳	۵۰	۶۶ ± ۵/۵ ^b	۴۰/۳ ± ۴/۱ ^{ab}	۰/۸۵ ± ۰/۱۴ ^b	۱/۶۴ ± ۰/۶ ^a
۴	۷۵	۵۳/۷ ± ۵/۳ ^c	۲۸ ± ۲/۸ ^c	۰/۶۲ ± ۰/۱۳ ^c	۱/۹۲ ± ۰/۶ ^b
۵	۱۰۰	۴۱ ± ۴/۷ ^d	۲۰/۳ ± ۲/۵ ^d	۰/۵۴ ± ۰/۱۳ ^{cd}	۲/۰۲ ± ۰/۸ ^{bc}
	p value	۰/۰۲	۰/۰۰۶	۰/۰۴	۰/۰۱

* در هر ستون اعدادی که دارای یک حرف مشترک از حروف a, b, c و d هستند نسبت به هم فاقد اختلاف معنی دار آماری می باشند (p > ۰/۰۵, α = ۰/۰۵).

ندارد (p > ۰/۰۵). با افزایش درصد کرم خاکی در جیره، شیب ملایمی در جهت کاهش پروتئین و خاکستر و به ویژه ماده خشک ملاحظه گردید. همچنین با افزایش سطح کرم خاکی در جیره، میزان محتوی چربی گوشت به طور معنی داری کاهش یافت (p < ۰/۰۵) (جدول ۶).

اثر جیره های آزمایشی بر ترکیبات شیمیایی بدن ماهی قزل آلابی رنگین کمان
اندازه گیری ترکیبات شیمیایی گوشت ماهی قزل آلابی رنگین کمان شامل ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر نشان داد که تفاوت معنی داری بین جیره های آزمایشی از نظر ماده خشک، پروتئین و خاکستر وجود

جدول ۶: مقایسه اثر سطوح مختلف مصرف کرم خاکی بر ترکیبات شیمیایی گوشت ماهی قزل آلابی رنگین کمان*

شماره جیره	سطح جایگزینی کرم خاکی در جیره (%)	ماده خشک (%)	چربی (%)	پروتئین (%)	خاکستر (%)
۱	۰	۲۵/۴۳ ± ۳/۳ ^a	۶/۰۵ ± ۱/۵ ^a	۱۸/۴۳ ± ۳/۳	۱/۴۴ ± ۰/۵
۲	۲۵	۲۴/۹۶ ± ۳/۱ ^a	۵/۶۸ ± ۱/۳ ^a	۱۸/۳۸ ± ۲/۸	۱/۴۷ ± ۰/۳
۳	۵۰	۲۴/۴۱ ± ۴/۲ ^{ab}	۵/۱۳ ± ۲/۱ ^{ab}	۱۸/۳۴ ± ۳/۵	۱/۴۱ ± ۰/۲
۴	۷۵	۲۴/۱۱ ± ۲/۹ ^{ab}	۴/۳۶ ± ۱/۳ ^c	۱۸/۲۶ ± ۲/۶	۱/۴۰ ± ۰/۳
۵	۱۰۰	۲۳/۹۲ ± ۳/۱ ^{ab}	۳/۱۸ ± ۱/۴ ^d	۱۸/۱۷ ± ۳/۲	۱/۳۳ ± ۰/۳
	p value	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۰۳

* در هر ستون اعدادی که دارای یک حرف مشترک از حروف a, b, c و d هستند نسبت به هم فاقد اختلاف معنی دار آماری می باشند (p > ۰/۰۵, α = ۰/۰۵)

بحث**اثر جیره های آزمایشی بر شاخص های رشد ماهی****قزل آلائی رنگین کمان**

نتایج مندرج در جدول ۵ نشان داد که افزایش میزان کرم خاکی در جیره باعث کاهش مصرف خوراک توسط ماهیان آزمایشی شده است. بدین ترتیب، به نظر می رسد کرم خاکی بر خوش خوراکی جیره اثر گذاشته و باعث کاهش اشتها ماهی گردیده است، به طوری که مصرف خوراک در تیمار ۱۰۰ درصد جایگزینی به شدت کاهش یافت. این نتیجه با آزمایش Nguyen و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت داشت. آنها گزارش نمودند که افزایش کرم خاکی تازه در جیره (تا ۱۰۰ درصد جایگزینی) باعث کاهش خوشخوراکی و در نتیجه کاهش مصرف خوراک گردیده است.

مقایسه افزایش وزن در تیمارهای مختلف نیز نشان داد که با افزایش میزان کرم خاکی در جیره، میزان افزایش وزن کاهش می یابد. از آنجایی که جیره های حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد جایگزینی کرم خاکی با پودر ماهی تفاوت معنی داری را از نظر افزایش وزن با جیره شاهد نشان ندادند، بیانگر آن است که کرم خاکی می تواند تا سطح مذکور با پودر ماهی رقابت نماید و جایگزین آن در جیره ماهی قزل آلائی رنگین کمان گردد.

بررسی نتایج در مورد میزان رشد ویژه و ضریب تبدیل خوراک نیز نشان می دهد که جیره های حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد جایگزینی کرم خاکی، عملکرد مشابهی در مقایسه با تیمار شاهد داشته اند. Velasquez و همکاران (۱۹۹۱) گزارش نمودند که مصرف پودر کرم خاکی از گونه *Eisenia fetida* در جیره ماهی قزل آلائی رنگین کمان به جای پودر ماهی نتیجه نامطلوبی نداشته و همچنین سطوح ۲۵ و ۵۰ درصد جایگزینی کرم خاکی میزان رشد و ضریب تبدیل خوراک (ضریب تبدیل غذایی) بهتری نسبت به تیمار شاهد ایجاد نموده اند. هرچند در آزمایش حاضر این جایگزینی تاثیرات بیشتری نسبت به جیره شاهد نشان نداد اما عملکرد مشابه کرم خاکی با پودر ماهی، نشان دهنده قابلیت جایگزینی کرم خاکی با پودر ماهی و ارزش رقابتی آن می باشد. کازرونی منفرد

(۱۳۷۴) هنگام استفاده از کرم خاکی در پرورش بچه ماهی انگشت قد تاس ماهی ایران، گزارش کرد که افزایش وزن در بچه ماهیان تاس ماهی ایران در جایگزینی ۱۰۰ درصد کرم خاکی به جای کرم سفید بیشتر بوده است، همچنین استفاده از کرم خاکی ضریب تبدیل خوراک بهتری نسبت به کرم سفید ایجاد نمود. همچنین، Cardenete و همکاران (۱۹۹۳) آزمایشی را با پودر کرم خاکی گونه *Eisenia fetida* به عنوان یک منبع پروتئین در تغذیه ماهی قزل آلائی رنگین کمان انجام دادند و گزارش نمودند که جیره های حاوی پودر کرم خاکی نسبت به جیره فاقد کرم خاکی اثرات تغذیه ای بهتری از خود نشان داده اند. علاوه بر این، Stafford و Tacon (۱۹۸۵) در آزمایش جایگزینی کرم خاکی گونه *Eisenia fetida* با پودر ماهی (در سطوح صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) در جیره ماهی قزل آلائی رنگین کمان گزارش نمودند که برای جیره های حاوی کرم خاکی هیچ اثر متقابل و مخالفی بر روی عملکرد در رشد یا راندمان مورد استفاده قرار گرفتن خوراک مشاهده نشد. در آزمایش دیگری Tacon و همکاران (۱۹۸۳) سه نوع کرم خاکی شامل *Eisenia fetida*، *Allolobophora* و *Lumbricus* را در جیره ماهی قزل آلائی رنگین کمان استفاده کرده و با مقایسه عملکرد آنها نسبت به جیره تجاری به این نتیجه رسیدند که جیره های حاوی این نوع کرمهای خاکی رشدی مشابه جیره تجاری حاوی پودر ماهی هرینگ ایجاد کرده اند.

اثر جیره های آزمایشی بر ترکیبات شیمیایی بدن ماهی قزل آلائی رنگین کمان

بررسی جدول ۶ نشان می دهد که جایگزینی کرم خاکی بجای پودر ماهی در سطوح مختلف، به غیر از محتوی چربی گوشت ماهی قزل آلائی رنگین کمان تاثیر معنی داری بر سایر ترکیبات شیمیایی گوشت نداشته است. نتایج این آزمایش موافق با Velasquez و همکاران (۱۹۹۱) است. آنها گزارش نمودند که استفاده از پودر کرم خاکی *Eisenia fetida* در جیره ماهی قزل آلائی رنگین کمان تأثیر معنی داری بر ترکیبات شیمیایی گوشت ماهی قزل آلا نداشته ولیکن باعث کاهش میزان چربی آن

صفرخانلو، ل.، ۱۳۸۳. استفاده از کرم خاکی *Eisenia foetida* در تغذیه آبزیان پرورشی (دسترسی: <http://persianfish.com/index.php>). در شبکه، سال ۱۳۸۸).

علامه، س.ک.، ۱۳۸۰. اثرات سطوح مختلف جایگزینی جو به جای ذرت بر روی رشد، ضریب تبدیل خوراک و ترکیبات شیمیایی بدن ماهی کپور معمولی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، شماره فروست: ۴۵۰/گ ن. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. ۷۵ صفحه.

فرمحمدی، س.، ۱۳۶۸. بررسی و تحقیق در امکان جایگزینی کرم خاکی جهت پروتئین حیوانی غذایی طیور. جهاد دانشگاهی واحد بهشتی. ۸۸ صفحه.

فرمحمدی، س.، ۱۳۷۴. جزوه درسی دوره آموزش کارگاهی کرمهای خاکی. شاخه زیست شناسی جهاد دانشگاهی واحد شهید بهشتی. ۸۲ صفحه.

کازرونی منفرد، م.، ۱۳۷۴. پرورش بچه ماهی انگشت قد تاس ماهی ایران با استفاده از کرم خاکی. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیلات. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران. ۱۰۶ صفحه.

AOAC, 1995. Official methods of analysis of AOAC International. 16th Ed. Vol. 2, Association of Analytical Communities, USA.

Bouche, M.B., 1977. Strategies lombriciennes; Soil organisms as components of ecosystems. Biology Bulltan, Stockholm. 25: 122-132

Cardenete, G., Garzon, A., Moyano, F. and De-la-Higuera, M., 1993. Nutritive utilization of earthworm protein by fingerling rainbow trout. France – Institut – National-DE-LA-Recherch- Ayrnomique. 61: 923 – 926.

Edwards, F.N., Hartenstein, R. and Kplan, D.L., 1980. Growth of the earthworm *Eisenia foetida* in relation to population density and food rationing. Oikos. 305: 95- 98.

گردید. Cardenete و همکاران (۱۹۹۳) نیز گزارش نمودند که جیره های حاوی پودرکرم خاکی نسبت به جیره فاقد کرم خاکی اثرات تغذیه ای بهتری در ماهی قزل آلابی رنگین کمان از خود نشان داده اند. همچنین، Stafford و همکاران (۱۹۸۵) در آزمایش جایگزینی کرم خاکی گونه *Eisenia fetida* به جای پودر ماهی در جیره ماهی قزل آلابی رنگین کمان گزارش نمودند که میزان چربی بدن در ماهیانی که از جیره هایی با درصد بیشتری کرم خاکی استفاده نموده اند، کمتر بوده است. بنابراین، در آزمایش حاضر بیشتر بودن محتوی چربی بدن در ماهیانی که جیره حاوی ۵۰ درصد کرم خاکی را نسبت به جیره های حاوی ۵ و ۱۰ درصد کرم خاکی دریافت نموده اند مشابهت دارد.

بطور کلی می توان گفت که امکان استفاده از کرم خاکی به عنوان یکی از اجزای جیره ماهی قزل آلابی رنگین کمان وجود دارد و تا سطح ۵۰ درصد می توان آن را بصورت کامل و تازه جایگزین پودر ماهی نمود و از اثرات مفید و مثبت آن استفاده نمود. از آنجایی که در مطالعه حاضر، کرم خاکی به صورت کامل و بدون هیچ فرآوری مصرف شده است، به نظر می رسد بر کاهش خوشخوراکی و در نتیجه اشتهای ماهی تاثیرگذار بوده است. بنابراین، پیشنهاد می شود در آزمایشات بعدی این جایگزینی با پودرکرم خاکی انجام شود و سپس عملکرد ماهی قزل آلابی رنگین کمان مورد مقایسه قرار گیرد.

منابع

آذربایجانی، ع.، علامه، س.ک.، سپهداری، ا. و فرمحمدی، س.، ۱۳۸۹. بررسی تاثیر جیره و بسترهای مختلف بر رشد و تکثیر کرم خاکی به منظور کاربرد در آبزی پروری. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، شماره فروست: ۸۹/۹۳. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۴۲ صفحه.

شکوریان، م.، ۱۳۷۲. بررسی روشهای تولید انبوه کرم خاکی. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شمال تهران. ۱۰۶ صفحه.

- FAO and WHO. 2009.** Code of practice for fish and fishery products. CAC/RCP 52-2003, First Edition, Rome, Italy.
- Minnich, J., 1977.** The earthworm Book. Rodale Press, Emmaus, PA. xii. 372p.
- Nguyen, H.Y.N., Preston. T.R., Ogle, B. and Lundh, T., 2010.** Effect of earthworms as replacement for trash fish and rice field prawns on growth and survival rate of marble goby (*Oxyeleotris marmoratus*) and tra catfish (*Pangasius hypophthalmus*). MSc Thesis, Giang University, Vietnam, MEKARN-SLU, http://www.mekarn.org/MS2008-1-/theses/nhi_2.htm
- SAS. 1990.** STAT Users' s Guide, Release 6.03. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Stafford, E.A. and Tacon, A.G.J., 1985.** The nutritional evaluation of dried earthworm meal (*Eisenia Roetida*) included at low levels in production diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. 16(3): 213 – 222 .
- Stafford, E.A. and Tacon, A.G.I., 1984.** Nutritive value of the earthworm (*Dendrodilus subrubicundus*) grown on domestic sewage, in trout diets. Agric-Wastes. 9(4): 249-266.
- 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(3): 187-199.
- Tomlin, A.D., 1980.** Biology of Earthworm. 2nd ed. Chapman and Hall. London. 283p.
- Velsquez, L. Ibanez, I., Herrera, C. and Oyarzum, M., 1991.** A note on the nutritional evaluation of worm meal (*Eisenia fetida*) in diets for rainbow trout. Animal Production. 53(1): 119-122.

Study of fish meal substitution with earthworm in diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Allameh S.K. *; Azarbajejani A., Mohammadi M. and Akhundi A.

*Allameh40@gmail.com

Isfahan Research and Training Center for Agriculture and Natural Resources,
P.O.Box: 81785- 199 Isfahan, Iran

Received: January 2014

Accepted: August 2015

Key words: earthworm, fish meal, rainbow trout, growth, body chemical composition

Abstract:

This experiment was carried out to evaluate the effect of earthworm (*Eisenia fetida*) in diet for rainbow trout in a complete randomized design with 5 treatments in triplicates using 15 cages in a pond for 8 weeks. Ten fish with average weight 120 g was stocked in each replication. The earthworm (as fed) at the levels of 0, 25, 50, 75 and 100% was replaced with fish meal in rainbow trout diet. Results showed that feed intake decreased significantly ($P < 0.05$) as earthworm increased. The diets contain 25% and 50% earthworm showed no significant differences compared to control for weight gain, specific growth rate and feed conversion ratio ($P > 0.05$). The chemical composition analysis of fish meat showed that there were no significant effects between control and 25% and 50% earthworm in diet for dry matter, crude protein and ash, but fat content significantly decreased as earthworm increased ($P < 0.05$). This present study showed that the earthworm (*Eisenia fetida*) can be used in rainbow trout diet up to 50% instead of fish meal.

* Corresponding author