بررسی تأثیر سطوح مختلف آرد آزولا در جیره غذایی بر عملکرد رشد و قابلیّت هضم ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

حسین اورجی[۱]*، محمد سوداگر[۲]، خسرو جانی خلیلی[۱]، فریبا داداشی[۱]،عبدالصمد کرامت[۱]، کوثر کمالی[۳]

hoseinoraji@yahoo.com*

۱- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، صندوق پستی ۵۷۸
۲- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳- سازمان آموزش فنی و حرفه ای واحد الزهرا امیرکلا

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۳

چکیده

در این مطالعه اثر سطوح مختلف آرد آزولا در جیره غذایی بر عملکرد رشد و قابلیت هضم ظاهری بچّه ماهیان انگشت قد کپور معمولی در طول مدّت ۶۰ روز بررسی شد. پنج جیره های آزمایشی با مقادیر پروتئین (۳۰٪) و چربی (۱۰٪) یکسان و حاوی سطوح مختلف آرد آزولا (۰، ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درصد از کل جیره) فرمول بندی شدند. تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار برای هر تیمار روی بچه ماهیان انگشت قد با وزن ۰/۲± ۱۶/۵ گرم انجام شد. ۲۰ قطعه بچه ماهی به هر تکرار اختصاص یافت و در تانک های ۳۰۰ لیتری ذخیره سازی شدند. نتایج نشان داد که استفاده از آرد آزولا در جیره غذایی کپور معمولی تا سطح ۱۵ درصد، تأثیر منفی بر عملکرد رشد بچه ماهیان نداشت، ولی رشد بچه ماهیان با افزایش سطح آزولا به بیش از ۱۵ درصد، به طور معنی داری کاهش یافت. بر اساس نتایج با افزایش سطح آزولا در جیره میزان قابلیت هضم ظاهری ماده خشک کاهش معنی داری یافت. بالاترین قابلیت هضم ظاهری پروتئین در تیمار شاهد مشاهده شد. با این حال بین تیمار ۲ (حاوی ۱۵ درصد آزولا) و شاهد (بدون آزولا) از لحاظ قابلیت هضم ظاهری پروتئین اختلاف معنی داری مشاهده نشد. در مجموع نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که از آرد آزولا می توان تا سطح ۱۵ درصد در جیره غذایی ماهی کپور معمولی استفاده نمود.

واژگان کلیدی: کپور معمولی، آرد آزولا، عملکرد رشد، قابلیت هضم پذیری

*نویسنده‌مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-11]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.4.9.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2015.103172]

مقدمه

آزولا گیاهی است آبزی که در طی دو دهه اخیر در آبگیرهای استان های گیلان و مازندران گسترش یافته است. این گیاه به دلیل رشد سریع، در فصل تابستان سطح تالابها را پوشانده به نحوی که سبب کاهش میزان نفوذ نور و اکسیژن به عمق آب شده و حیات آبزیان را به مخاطره می اندازد (Caffery *et al.*,1999). این گیاه دارای ارزش غذایی جالب توجهی بوده و از آن بعنوان یک غذای مکمل در تغذیه دام و طیور در چین و ویتنام استفاده شده است (Van Hove, 1989). در ایران نیز مطالعات گوناگونی در خصوص استفاده از آزولا در اشکال مختلف در جیره غذایی دام و طیور انجام شده است (فضائلی، ۱۳۸۷).

در کنار استفاده از آزولا در جیره غذایی دام و طیور، از آرد آزولای خشک شده در جیره غذایی ماهیان همچون تیلاپیا (El-Sayed, 1992; Fiogbe *et al.*, 2004; Abdel-Tawwab, 2008) و گربه ماهی آفریقایی (Fasakin & Balogun, 1998) استفاده شده و نتایج جالب توجه ای بدست آمده است. در پژوهشی هم که اخیراً توسط Datta در سال ۲۰۱۱ انجام شد، اثرات سطوح مختلف آرد آزولا در جیره (۰، ۱۵، ۲۵ و ۳۵ درصد) بر عملکرد رشد ماهی کپور هندی (*Labeo rohita*) بررسی و نتایج نشان داد که عملکرد رشد در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۲۵ درصد آزولا به طور معنی داری بالاتر از سایر تیمارها بود. به طور کلی میزان پروتئین آزولا بر اساس ماده خشک بین ۲۰ تا ۳۰ درصد گزارش شده و در عین حال از لحاظ عناصری چون آهن، مس و منگنز غنی می باشد (Van Hove, 1989).

در حال حاضر در بین منابع پروتئینی گیاهی، آرد سویا بطور وسیعی در جیره غذایی آبزیان پرورشی مورد استفاده قرار می گیرد که این امر به دلیل کیفیت بالای پروتئین آرد سویا ست. ولی با توجه به توسعه فزاینده صنعت آبزی پروری، به نظر می رسد در آینده نزدیک تولید این محصول پاسخگوی نیاز رو به افزایش آن نخواهد بود (Abrahim *et al.*, 2007). در چنین شرایطی توجه به سایر منابع گیاهی تأمین کننده پروتئین، ضروری به نظر می رسد. در همین راستا هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر سطوح مختلف آرد آزولا در جیره غذایی بر عملکرد رشد، کارایی غذا و قابلیت هضم ظاهری ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) می باشد.

مواد و روش کار

مواد اوّلیه مورد استفاده جهت ساخت غذا شامل آرد ماهی، آرد سویا، آرد ذرّت، آرد گندم، ملاس، مکمل معدنی و مکمل ویتامینی از کارخانه خوراک دام مازندران (ساری) تهیه گردید. گیاه آزولا (*Azolla* sp.) هم از سطح مزارع برنج و آبگیرهای منطقه لاریم جمع آوری و به آزمایشگاه گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل شد و پس از شستشو و آبکشی ابتدا به مدّت ۱ تا ۲ روز در مقابل آفتاب قرار گرفت و سپس در یک آون در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدّت ۲۴ ساعت فرایند خشک شدن آن کامل شد (Datta, 2011). ترکیب شیمیایی آزولا در جدول ۱ ارائه شده است.

در این آزمایش ۵ جیره غذایی با سطح پروتئین (۳۰٪) و چربی یکسان (۱۰٪) با استفاده از نرم افزار لیندو (Lindo copyright1995, Release 6.1) فرمولبندی شد (جدول ۲) و میزان جایگزینی آرد آزولا بجای منابع پروتئینی گیاهی (آرد سویا، آرد ذرّت و آردگندم) در هر یک از تیمارهای ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب برابر صفر، ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درصد از کل جیره در نظر گرفته شد. به منظور ساخت جیره های آزمایشی مواد اوّلیه مورد نیاز بر اساس فرمول جیره های غذایی با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقّت یک گرم برای مواد پر حجم و ترازوی حساس آزمایشگاهی با دقّت ۰/۰۱ گرم برای مواد کم حجم، توزین شدند. مواد اوّلیه وزن شده ابتدا توسط مخلوط کن به طور کامل با هم مخلوط شدند، سپس روغن و مقدار ۲۵۰ سی سی آب به ازای هر کیلوگرم غذا به مخلوط مورد نظر اضافه شد. پس از شکل گیری خمیر منسجم، مخلوط غذایی از یک چرخ گوشت با اندازه ۲ میلی متر عبور داده سپس رشته های غذایی به داخل یک سینی منتقل و پس از هوا خشک شدن به کیسه های پلاستیکی منتقل و در یک فریزر در دمای ۴- درجه سانتیگراد نگهداری شدند. ترکیب شیمیایی جیره های آزمایشی در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

این تحقیق به مدّت ۶۰ روز در سالن ونیرو گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی برگزار گردید. تعداد ۳۰۰ قطعه بچه ماهی کپور معمولی با وزن متوسط ۱۶/۵ گرم از یک مزرعه خصوصی واقع در ساری تهیه و به دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل شد. تعداد ۱۵ عدد تانک فایبر گلاس ۳۰۰ لیتری با توزیع کاملاً تصادفی برای انجام این تحقیق در نظر

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-11]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.4.9.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2015.103172]

گرفته شد. هر تانک به میزان ۲۰۰ لیتر آب گیری شد و بچه ماهیان با تراکم ۲۰ قطعه به ازای هر تانک ذخیره سازی شدند. بچه ماهیان به مدّت ۱۰ روز با شرایط تانک سازگار شدند و در طی این مدّت با جیره تجاری حاوی ۳۰ درصد پروتئین تغذیه شدند و پس از طی شدن دوره سازگای، آزمایش تغذیه ای شروع گردید. برای هر جیره آزمایشی سه تکرار در نظر گرفته شد. در طی دوره پرورش آب تانکها روزانه به میزان ۶۰٪ تعویض شد و در زمان زیست سنجی بچه ماهیان که هر ۱۵ روز یکبار انجام شد آب تانک‌ها به میزان ۱۰۰ درصد تعویض شد.

در طی دوره پرورش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب بصورت روزانه اندازه گیری شد و میانگین (±SD) درجه حرارت حرارت آب در ۱ ± ۲۶ درجه سانتی گراد ثابت بود. میزان اکسیژن محلول و pH آب به ترتیب در رنج ۷-۶/۵ میلی گرم در لیتر و ۸/۲- ۷/۵ بود. غذادهی به بچه ماهیان سه بار در روز و در ساعات ۸، ۱۳ و ۱۷ و تا حد سیری ظاهری انجام شد. هر روز قبل از غذادهی بقایای مدفوع و احیاناً غذای خورده نشده سیفون و تعداد پلت های غذایی خورده نشده بطور تقریب شمارش شده و وزن خشک ها پلتها بعنوان غذای خورده نشده محاسبه گردید.

برای تعیین قابلیّت هضم ظاهری، اکسید کروم به میزان ۰/۵ درصد به جیره ها اضافه شد و بچه ماهیان در ۲ هفته آخر آزمایش از جیره های حاوی اکسید کروم تغذیه نمودند. یک ساعت بعد از آخرین وعده غذادهی روزانه، غذای خورده نشده از کف تانک سیفون شده و از این زمان به بعد مدفوع موجود در هر تانک از طریق سیفون کردن جمع آوری شد و به مدّت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد خشک شدند (Desilva & Anderson, 1995). سپس تا زمان انجام تعیین قابلیّت هضم ظاهری در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد نگهداری شدند. برای اندازه گیری میزان اکسید کروم موجود در غذا و مدفوع از روش هضم اسیدی (Furukawa & Tsukahara, 1966) استفاده شد.

در پایان آزمایش ماهیان موجود در هر تانک بصورت جداگانه زیست سنجی شدند و نتایج زیست سنجی ثبت شد. جیره های غذایی در ابتدا و انتهای آزمایش بر اساس روش استاندارد (AOAC, 1995) به شرح زیر تجزیه شدند:

- رطوبت از طریق خشک کردن نمونه ها در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدّت ۲۴ ساعت
- خاکستر از طریق قرار دادن نمونه ها در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد تا سوختن کامل (۱۲ ساعت)
- پروتئین خام از طریق تعیین نیتروژن کل به روش کلدال و بر اساس فرمول ۶/۲۵ × درصد نیتروژن = درصد پروتئین
- چربی خام از طریق حل کردن چربی در اتر و تعیین مقدار آن به روش سوکسله

پارامترهای رشد:

داده های مربوط به پارامترهای رشد بر اساس فرمول های زیر محاسبه شد

- افزایش وزن بدن (WG[1]):

وزن اوّلیه (گرم) - وزن نهایی (گرم) =WG

- ضریب تبدیل غذایی (FCR)[2]:

افزایش وزن (گرم) / غذای مصرف شده (گرم) = FCR

- ضریب رشد ویژه (SGR)[3]:

100× [تعداد روزهای پرورش/ (لگاریتم طبیعی وزن اوّلیه - لگاریتم طبیعی وزن نهایی)] = SGR

- نسبت بازده پروتئین (PER)[4]:

پروتئین مصرفی (گرم) / افزایش وزن (گرم) = PER

- درصد بازماندگی:

۱۰۰ × (تعداد ماهیان ابتدای آزمایش / تعداد ماهیان در پایان آزمایش) = درصد بازماندگی

برای تعیین ضریب هضم پذیری ظاهری (ADC)[5] مواد مغذی جیره از رابطه زیر استفاده شد:

ADC (%) = 100- [۱۰۰ × (درصد ماده مغذی در جیره / درصد ماده مغذی در مدفوع) × (درصد مارکر در مدفوع / درصد مارکر در جیره)]

آنالیز آماری:

محاسبات آماری در این مطالعه با استفاده از نرم افزار SPSS 15 انجام شد. ابتدا نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون کلموگروف اسمیرنوف بررسی شد. پس از

[1] Weight gain
[2] Feed conversion ratio
[3] Specific growth rate
[4] Protein efficiency ratio
[5] Apparent digestibility coefficients

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-11]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.4.9.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2015.103172]

اطمینان از توزیع نرمال داده ها و یکنواختی واریانس ها از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) برای مقایسه واریانس تیمارها و از آزمون چند دامنه ای دانکن برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی داری بین میانگین تیمارها در سطح ۹۵ درصد استفاده شد.

جدول ۱: ترکیب شیمیایی آزولا بر اساس ماده خشک

ماده مغذی	درصد میانگین (±SD)
پروتئین	۱۸/۷۴ ± ۰/۲۳
چربی	۱/۹ ± ۰/۱۵
خاکستر	۱۶/۷ ± ۰/۱۵
فیبر خام*	۲۰/۱۶ ± ۰/۹

* اقتباس از مطالعه Abdel- Tawwab (2008)

جدول ۲: اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره های غذایی مورد استفاده

اقلام غذایی (درصد)	جیره های غذایی				
	۱ (شاهد)	۲ (۱۵٪ آزولا)	۳ (۲۵٪ آزولا)	۴ (۳۵٪ آزولا)	۵ (۴۵٪ آزولا)
آرد ماهی	۲۲	۲۲	۲۲	۲۳	۲۴
آرد کنجاله سویا	۲۰	۱۵	۱۰	۵	۰
آرد آزولا	۰	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
آرد ذرّت	۱۲	۱۰	۷	۳	۰
آرد گندم	۳۸	۳۰	۲۸	۲۶	۲۳
ملاس	۲	۲	۲	۲	۲
مکمل معدنی	۱	۱	۱	۱	۱
مکمل ویتامینی	۱	۱	۱	۱	۱
روغن	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵
اکسید کروم	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
مواد مغذی (٪)					
ماده خشک	۹۴/۱۷	۹۵/۰۶	۹۴/۵۲	۹۴/۷۷	۹۴/۳۲
پروتئین	۳۱/۲۲	۳۰/۶۲	۳۰/۷۵	۲۹/۹۲	۲۹/۱۵
چربی	۹/۲۴	۹/۶	۱۰/۲	۹/۴۶	۱۰/۳۱
خاکستر	۷/۳۱	۹/۶۸	۱۲/۴۲	۱۴/۵۹	۱۶/۳۲

نتایج

نتایج مربوط به شاخص های رشد بچه ماهیان کپور معمولی تغذیه شده با جیره های حاوی سطوح مختلف آرد آزولا در جدول ۳ ارائه شده است. در بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ درصد بازماندگی اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($p>0/05$). نتایج بدست آمده نشان داد که شاخص های رشد شامل وزن پایانی، افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه در بچه ماهیان کپور معمولی تغذیه شده با جیره های حاوی ۲۵ درصد آزولا یا بالاتر (۳۵ و ۴۵ درصد آزولا)، بطور معنی داری کاهش یافت ($p\leq0/05$). بدترین عملکرد رشد مربوط به بچه ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۴۵ درصد آزولا بود.

بین سطح جایگزینی ۱۵ درصد و تیمار شاهد (بدون آرد آزولا) اختلاف معنی داری از لحاظ شاخص های رشد

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-11]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.4.9.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2015.103172]

مشاهده نشد (p>0/05)، به عبارت دیگر استفاده از آرد آزولا تا سطح ۱۵ درصد جیره تأثیر منفی بر رشد بچه ماهیان کپور معمولی نداشته است. بر اساس داده های جدول ۴، ضریب تبدیل غذایی همزمان با افزایش سطح جایگزینی آرد آزولا در تیمارهای مختلف افزایش یافت و در نهایت در تیمار ۵ (۴۵ درصد آزولا) به بالاترین حد خود رسید (p≤0/05). با این حال بین تیمار ۱ (شاهد) و تیمار ۲ (۱۵ درصد آزولا) اختلاف معنی داری مشاهده نشد (p>0/05). نتایج حاصل همچنین نشان دهنده کاهش راندمان پروتئین همزمان با افزایش سطح آرد آزولا درجیره غذایی بود. به گونه ای که کمترین نسبت بازده پروتئین مربوط به سطح جایگزینی ۴۵ درصد و بیشترین نسبت بازده پروتئین مربوط به تیمار شاهد بود(p≤0/05). بین تیمار ۱ (شاهد) و تیمار ۲ (۱۵ درصد آزولا) اختلاف معنی داری از لحاظ نسبت بازده پروتئین مشاهده نشد (p>0/05).

نتایج مربوط به قابلیّت هضم ظاهری ماده خشک، پروتئین و چربی (٪) در جدول ۴ ارائه شده است. بالاترین قابلیت هضم ظاهری ماده خشک در بچه ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد مشاهده شد (p≤0/05). بر اساس نتایج با افزایش سطح آزولا در جیره میزان قابلیت هضم ماده خشک کاهش معنی داری یافت (p≤0/05). بالاترین قابلیت هضم ظاهری پروتئین مربوط تیمار شاهد بود، با این حال بین جیره شاهد و جیره ۱ (حاوی ۱۵ درصد آزولا) از لحاظ قابلیت هضم ظاهری پروتئین اختلاف معنی داری مشاهده نشد. بر اساس نتایج با افزایش سطح آزولا در جیره قابلیت هضم ظاهری پروتئین کاهش یافت (p≤0/05). میزان قابلیت هضم ظاهری چربی اختلاف معنی داری را از لحاظ آماری در بین تیمارهای مختلف نشان نداد (p≤0/05).

جدول ۳: اثر سطوح مختلف آرد آزولا در جیره غذایی بر شاخص های رشد بچه ماهیان کپور معمولی

شاخص ها	میانگین (±SD)جیره های غذایی				
	۱ (شاهد)	۲ (۱۵٪ آزولا)	۳ (۲۵٪ آزولا)	۴ (۳۵٪ آزولا)	۵ (۴۵٪ آزولا)
وزن اولیه (گرم)	۱۶/۵۰ ± ۰/۰۶	۱۶/۳۸ ± ۰/۱	۱۶/۴۰ ± ۰/۱۴	۱۶/۵۵ ± ۰/۲۱	۱۶/۶۴ ± ۰/۱۷
وزن نهایی (گرم)	۳۴/۷۰ ± ۰/۶۸ ^{a}	۳۲/۹۲ ± ۰/۸۵^{ab}	۳۰/۶۱ ± ۰/۷۴^{bc}	۲۹/۱۸ ± ۰/۶۷ ^{c}	۲۵/۷۰ ± ۰/۳۴ ^{d}
افزایش وزن (گرم)	۱۸/۲ ± ۰/۹۴^{a}	۱۶/۵۴ ± ۱/۲۲^{ab}	۱۴/۲۱ ± ۰/۸۰^{bc}	۱۲/۶۲ ± ۰/۵۳ ^{c}	۹/۰۶ ± ۰/۴۸^{d}
ضریب تبدیل غذایی	۲/۱۵ ± ۰/۱۶^{a}	۲/۳۴ ± ۰/۳۱^{ab}	۲/۷۸ ± ۰/۰۹^{bc}	۳/۱۲ ± ۰/۱۴ ^{c}	۳/۹ ± ۰/۱۷ ^{d}
ضریب رشد ویژه (درصد در روز)	۱/۲۳ ± ۰/۰۶^{a}	۱/۱۶ ± ۰/۰۵^{ab}	۱/۰۴ ± ۰/۰۳^{bc}	۰/۹۳ ± ۰/۰۲ ^{c}	۰/۷۲ ± ۰/۰۳ ^{d}
نسبت بازده پروتئین	۱/۴۹ ± ۰/۰۷^{a}	۱/۴۰ ± ۰/۱۲^{ab}	۱/۱۶ ± ۰/۱۵^{bc}	۱/۰۳ ± ۰/۰۶^{c}	۰/۸۶ ± ۰/۰۳ ^{d}
بازماندگی (٪)	۹۵ ± ۴/۴۷^{a}	۹۳/۳۳ ± ۲/۵۸^{a}	۹۱/۶۶ ± ۲/۵۸^{a}	۹۳/۳۳ ± ۶/۸۳^{a}	۹۰ ± ۴/۴۷^{a}

اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی داری از لحاظ آماری هستند (p≤۰/۰۵)

جدول ۴: قابلیّت هضم ظاهری ماده خشک، پروتئین و چربی (٪) در بچه ماهیان کپور معمولی تغذیه شده با جیره های آزمایشی

پارامتر	میانگین (±SD)جیره های غذایی				
	۱ (شاهد)	۲ (۱۵٪ آزولا)	۳ (۲۵٪ آزولا)	۴ (۳۵٪ آزولا)	۵ (۴۵٪ آزولا)
ماده خشک	۷۹ ± ۱/۱۵^{a}	۷۰ ± ۱/۲۰^{b}	۶۷ ± ۳/۴۶^{b}	۶۳ ± ۰/۸۹^{b}	۵۶ ± ۲/۳۲^{c}
پروتئین	۸۵/۲ ± ۲/۰۷^{a}	۸۱ ± ۳/۴۶^{ab}	۷۷/۵۴ ± ۱/۷۳^{bc}	۷۴/۲۵ ± ۲/۰۲^{cd}	۷۱/۵ ± ۱/۷۳^{d}
چربی	۹۱/۵۴ ± ۰/۲۲^{a}	۹۱/۱۸ ± 0/۰۷^{a}	۹۰/۳۷ ± ۰/۸۲^{a}	۹۰/۹۳ ± ۱/۱۶^{a}	۹۰/۱ ± ۰/۷۵^{a}

اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی داری از لحاظ آماری هستند (p≤۰/۰۵)

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-11]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.4.9.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2015.103172]

بحث

ترکیب شیمیایی گیاه آزولا تحت تأثیر فاکتورهایی چون تراکم جمعیت آن، گونه، شرایط اکولوژیکی و فاز رشد آن قرار دارد (Buckingham *et al.*, 1978; Abdel-Rahman *et al.* 2002). تجزیه شیمیایی آزولای استفاده شده در مطالعه اخیر نشان داد که میزان پروتئین در حد متوسط(۱۸ درصد براساس ماده خشک) بود.

مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از آرد آزولا در جیره غذایی کپور معمولی تا سطح ۱۵ درصد، تأثیر منفی بر رشد و افزایش وزن بدن نداشت، ولی سطوح بالاتر از ۱۵ درصد سبب کاهش معنی دار رشد کپور معمولی گردید. در خصوص بررسی امکان استفاده از آرد آزولا در جیره غذایی ماهی نتایج قابل توجّهی ارائه شده است. مطالعه Abdel-Tawwab (۲۰۰۸) نشان داد که استفاده از آرد آزولا در جیره غذایی تیلاپیا (*Tilapia zillii*) تا سطح ۲۵ درصد تأثیر منفی بر رشد، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی نداشت. در تحقیق دیگری که توسط El-Sayed (۱۹۹۲) انجام شد، اثرات سطوح مختلف جایگزینی آرد آزولا بجای آرد ماهی (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) بر عملکرد رشد ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) بررسی و نتایج نشان داد که رشد و کارایی غذا در ماهیان تغذیه شده با جیره کنترل (صفر درصد) به طور معنی داری بالاتر از سایر تیمارها بود. در همین ارتباط Fiogbe و همکاران (۲۰۰۴) تأثیر سطوح مختلف آرد آزولا در جیره های غذایی (۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۴۵ درصد جیره) را بر عملکرد تیلاپیای نیل ارزیابی کردند و نشان دادند که استفاده از آرد آزولا در جیره تیلاپیای نیل تا سطح ۱۵ درصد تأثیر منفی بر رشد و افزایش وزن نداشت.

در مطالعه دیگری که توسط احمد (۲۰۰۳) انجام شد، تأثیر سطوح مختلف آرد آزولا در جیره غذایی (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و۱۰۰) بر عملکرد رشد کپور معمولی ارزیابی شد و نتایج بدست آمده نشان داد که ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۲۵ درصد آزولا از لحاظ رشد (افزایش وزن) اختلاف معنی داری با ماهیان تغذیه شده با جیره کنترل (صفر درصد آزولا) نداشتند. نتایج مطالعه احمد مقدار استفاده از آرد آزولا در جیره کپور معمولی را ۲۵ درصد جیره پیشنهاد می کند، در حالیکه نتایج مطالعه حاضر میزان استفاده از آرد آزولا را تا ۱۵ درصد جیره پیشنهاد می کند.به نظر می رسد این تفاوت ها در خصوص میزان استفاده از آرد آزولا در جیره کپور معمولی و تیلاپیا بیشتر به ترکیب شیمیایی آزولای مورد استفاده، واریته های مختلف گیاه آزولا، فرمولاسیون جیره، و شرایط انجام آزمایش مربوط می باشد. در مجموعا توجه به یافته های تحقیق حاضر و مطالعات قبلی، آرد آزولا می تواند به عنوان یکی از پتانسیل ها جهت جایگزینی منابع پروتئینی گیاهی در جیره ماهیان همه چیز خوار باشد.

بر پایه نتایج مطالعه اخیر، زمانیکه سطح آرد آزولا در جیره کپور معمولی از ۱۵ درصد بالاتر رفت شاخص های مرتبط با رشد ماهی کاهش معنی داری یافت. یکی از دلایل کاهش رشد، کاهش در قابلیت هضم جیره های مورد استفاده بوده است. بر اساس نتایج بدست آمده، با افزایش سطح آرد آزولا در جیره های غذایی، میزان قابلیّت هضم ماده خشک جیره ها کاهش یافت که این مسئله به احتمال زیاد به دلیل افزایش مقادیر فیبر جیره های آزمایشی همزمان با افزایش سطح آزولا در جیره بوده است. مشاهده آنالیز ترکیب شیمیایی آزولا نیز موید این مطلب است که میزان فیبر خام آن بالاست (حدود ۲۰ درصد). نتیجه حاصله در مطالعه حاضر در خصوص کاهش قابلیّت هضم جیره های غذایی همزمان با افزایش سطوح آزولا در جیره، با دلایلی که سایر محققین در این خصوص ارائه نموده اند مطابقت دارد.

نتایج حاصل از مطالعه اخیر بیانگر کاهش راندمان پروتئین (نسبت بازده پروتئین) همزمان با افزایش سطح آزولا در تیمارهای مختلف بود. به گونه ای که این کاهش در سطوح جایگزینی ۳۵ و ۴۵ درصد اختلاف معنی دار با تیمار های ۱ (شاهد) و ۲ (۱۵ درصد آزولا) نشان داد. کاهش تولید به نسبت پروتئین مصرف شده را می توان ناشی از عدم قابلیت دسترسی به اسید های آمینه ضروری و یا عدم تعادل اسیدهای آمینه به دلیل قابلیّت هضم و جذب کم منابع تأمین کننده آنها دانست. بر طبق نتایج، قابلیت هضم ظاهری پروتئین با افزایش سطح آزولا در جیره کاهش یافت. پایین ترین قابلیت هضم ظاهری پروتئین مربوط به ماهیان تغذیه شده با جیره های حاوی ۴۵ و ۳۵ درصد آرد آزولا بود. سیر نزولی مشاهده شده در راندمان پروتئین و همچنین قابلیّت هضم ظاهری پروتئین همزمان با افزایش سطح آزولا ، می تواند نشان دهنده محدودیت در استفاده از سطوح بالاتر از ۱۵ درصد آرد آزولا در جیره کپور معمولی باشد.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-11]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.4.9.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2015.103172]

Li و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند که ترکیب اسید آمینه آزولا (*Azolla* spp.) و سایر گیاهان آبزی کاملاً متغیر است. و گیاه آزولا و سایر گیاهان آبزی به طور کلی از لحاظ اسیدهای آمینه گوگرد دار و گاهی اوقات از لحاظ اسید آمینه لیزین دچار کمبود هستند. با این حال به نظر می رسد گیاه آزولا از لحاظ اسید آمینه سیستین غنی تر از سایر گیاهان آبزی باشد. کمبود یک یا چند اسید آمینه ضروری موجب محدودیت در سنتز پروتئین و رشد می شود (Cowey, 1992; Cole & Van Lunen, 1994).

Abdel-Tawwab (۲۰۰۸) یکی از دلایل کاهش رشد در ماهیان تیلاپیای تغذیه شده با جیره های حاوی سطوح بالاتر از ۲۵ درصد آزولا را، کمبود بعضی از اسیدهای آمینه ضروری بیان نمود.

در مجموع نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از آرد آزولا در جیره غذایی ماهی کپور معمولی تا سطح ۱۵ درصد امکانپذیر بوده و تفاوت معنی داری را در پارامترهای رشد و کارایی غذا در مقایسه با تیمار شاهد ایجاد نکرد. با توجه به اینکه در حال حاضر سیستم غالب پرورش کپور ماهیان در کشور سیستم نیمه متراکم (کود دهی همراه با غذای دستی) می باشد و ماهی کپور معمولی در استخرها علاوه بر غذای دستی، از غذای طبیعی موجود در استخر بهره می برد که به نوعی تکمیل کننده یکدیگر از لحاظ تأمین نیازهای غذایی کپور معمولی است، با این تفاصیل حتی شاید بتوان سطوح بالاتر آزولا (تا سطح ۲۰ درصد از کل جیره) را در جیره کپور معمولی بکار برد.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با هزینه بودجه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام گردید. از تمامی دوستانی که در انجام این تحقیق همکاری نمودند سپاسگذاری می گردد.

منابع

فضائلی، ح.، محمدیان تبریزی، ح.م.، قربانی، ا.، اسدپور، ی. و افضلی، م.، ۱۳۸۷. اثر جیره های حاوی آزولای (*Azolla filiculoides*) سیلو شده با تفاله خشک چغندر قند بر عملکرد پرواری گوساله های نر بومی گیلان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد پانزده هم ، شماره چهار،

AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1995. Official methods of analysis. 16th edition. AOAC, Arlington, Virginia.

Abdel-Rahman, M.H.M., Shanab, S.M.M., Shabana, E.F., Shaalan, S.N. and Abdel-Tawwab, M., 2002. *Azolla* performance and the effect of its natural cover on water quality and phytoplankton abundance in Abbassa area, Sharkia Governorate. Egyptian Journal of Biotechnology, 11, 365-383.

Abdel-Tawwab, M., 2008. The preference of the Omnivorous- Macrophagous, *Tilapia zillii* (Gervais), to consume a natural free-floating Fern, *Azolla pinnata*. Journal of the World Aquaculture Society, 39, 104-112.

Buckingham, K.W., Ela, S.W., Morris, J.G. and Goldman, C.R., 1978. Nutrition value of nitrogen-fixing aquatic fern *Azolla filiculoides*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 26, 1230-1234.

Caffrey, J.M., Barrett, P.R.F., Ferreira, M.T., Moreira, I.S., Murphy, M.P. and Wade, P.M., 1999. Biomass characterization of *Azolla filiculoides* grown in natural ecosystems and waste water. Hydrobiology, 415, 323–327.

Cole, D.J. and Van Lunen, T.A., 1994. Ideal amino acid patterns. Amino acids in farm animal nutrition. The Scottish Agricultural College. Edinburgh, UK, pp. 99-112.

Cowey, C.B., 1992. Nutrition: Estimation requirements of Rainbow trout. Aquaculture, 100: 177-189.

Datta, S.N., 2011. Culture of Azolla and its efficiency in diet of *Labeo rohita*. Aquaculture, 310, 376-379.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-11]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.4.9.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2015.103172]

Desilva, S.S. and Anderson, T.A., 1995. Fish nutrition in aquaculture. Chapman and Hall, London, 319P.

Ebrahim, M.S.M., Zeinhom, M.M. and Abou-Seif, R.A., 2007. Response of Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) fingerlings to diets containing Azolla meal as a source of Protein. Journal of the World Aquaculture Society, 2, 54-68.

El-Sayed, A.F.M., 1992. Effect of substituting fish meal with *Azolla pinnata* in practical diets for fingerling and adult tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). Aquaculture and Fisheries Management, 23, 167-173.

Fasakin, A.E. and Balogun, A.M. 1998. Evaluation of dried water fern (*Azolla pinnata*) as replacer for soybean dietary components for *Clarias gariepinus* fingerlings. Journal of Aquaculture in the Tropics, 13(1), 57-64.

Fiogbe, E.D., Micha, J.C. and Van Hove, C., 2004. Use of a natural aquatic fern, *Azolla microphylla*, as a main component in food for the omnivores-phytoplanltonphagous, *Oreochromis niloticus* L. Journal of Applied Ichthyology, 20, 517-520.

Furukawa, A. and Tsukahara, H., 1966. On the acid digestion method for the determination of chromic acid as an index substance in the study of digestibility of fish feed. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 32, 502-506.

Li, Z., Lue, X., Xu, T. and Jiang, Y., 1991. Ecological techniques on broad water body and effects of Azolla raising and its application. Chinese Journal of Applied Ecology, 2, 113-120.

Van Hove, C., 1989. *Azolla* and its multiple uses with emphasis on Africa. Food and Agriculture Organization. Rome, Italy.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-11]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.4.9.1]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2015.103172]

Effect of different levels of Azolla meal on growth performance and digestibility of common Carp (*Cyprinus carpio*)

Ouraji H.[1*]; Sudagar M.[2]; Jani Khalili K.[1]; Dadashi F.[1]; Keramat A.[1]; Kamali K.3

* hoseinoraji@yahoo.com

1-Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, P.O.Box: 578, Sari, Iran.
2-Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
3-Technical and vocational training organization of Alzahra, Amikola, Mazandaran.

Key Words: *Cyprinus carpio*, Azolla meal, Growth performance, Digestibility.

Abstract

In this study, the effects of different dietary levels of Azolla meal were investigated on growth performance and digestibility of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings during 60 days. Five experimental diets approximately iso-protein (30%) and iso- lipidic (10%), were formulated with different levels of Azolla meal consisting of 0, 15, 25, 35 and 45%, respectively. In each experimental treatment, triplicate groups of common Carp fingerlings (16.5± 0.2 g) were used in a completely randomized design. Twenty fish were assigned to each experimental unit and stocked in 300 L tank. The results showed that the use of Azolla meal up to 15% had no negative effect on growth performance. The growth of fish was reduced significantly with increasing Azolla meal level of more than 15% of diet. Based on results, the apparent digestibility coefficients (ADC) of dry matter decreased with increasing Azolla meal in diets. The highest ADC of protein was observed in control treatment. However, no significant difference was observed between the treatment 2 (diet with 15% Azolla meal) and control (without Azolla meal) for ADC of protein. In general, results of the present study showed that Azoll meal can be used up to 15% in *Cyprinus carpio* diet.

*Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-11]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.4.9.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2015.103172]