مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر سال پنجم، شماره چهارم، زمستان 90 / صفحات: 16-1

بررسی اثر افزودن گیاه چنگال آبی (*Ceratophyllum demersum*) به جیره غذایی بر فاکتورهای رشد و بقای بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

مینو پاک‌زاد[1]، مهدی شمسایی‌مهرجان[2]، کاووس نظری[3]، صابر وطن‌دوست[4] و مهسا محمدی‌زاده‌خوشرو[1]

[1]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران،
[2]استادیار گروه تخصصی شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران،
[3]عضو هیأت علمی گروه شیلات، ایستگاه تحقیقاتی خجیر، سازمان تحقیقات منابع طبیعی استان تهران،
[4]عضو هیأت علمی گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بابل

تاریخ دریافت: ؛ تاریخ پذیرش:

چکیده

به‌منظور بررسی اثر استفاده از گیاه چنگال آبی (*Ceratophyllum demersum*) بر میزان رشد و بقاء بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان، 4 تیمار غذایی با مقادیر 0، 2، 4 و 6 درصد از گیاه چنگال آبی تهیه گردید و آزمایش با 3 تکرار در قالب یک طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تعداد ماهیان مورد آزمایشی 96 قطعه، با وزن اولیه 0/71±11/12 گرم و طول اولیه 3/05±91/7 میلی‌متر بود که به 12 آکواریوم که تیمارهای آزمایش را تشکیل می‌دادند، معرفی شدند. این آزمایش به‌مدت 5 هفته به طول انجامید که در خلال آن برخی از معیارهای رشد از جمله نرخ رشد ویژه (SGR)، میزان رشد روزانه (DGR)، ضریب چاقی (CF)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) و نرخ بقاء (SR) برای تیمارهای مختلف محاسبه شد. نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای مختلف، اختلاف معنی‌داری را در مورد فاکتورهای نرخ بقاء (SR) و ضریب چاقی (CF) سبب نشدند، همچنین در طی مدت آزمایش، تیمارها اختلاف‌های بسیار معنی‌داری را در مورد وزن (W)، نرخ رشد ویژه (SGR)، نرخ رشد روزانه (DGR) و ضریب تبدیل غذا (FCR) نشان دادند ($P<0/01$) و در مورد طول بچه‌ماهیان نیز، تیمارهای مختلف اختلاف‌های معنی‌داری را سبب شدند ($P<0/05$). براساس نتایج به‌دست آمده تیمار 2 که دارای 4 درصد گیاه چنگال آبی بود، بهترین اثر را بر رشد بچه‌ماهیان نشان داد. نتایج آزمون مقایسه‌ای میانگین‌های دانکن هم نشان داد که در خلال کل دوره آزمایش، بیش‌ترین میزان افزایش طول (11 میلی‌متر)، افزایش وزن (2/47 گرم)، نرخ رشد روزانه (0/15)، نرخ رشد ویژه (1/36) و بهترین ضریب تبدیل غذا (0/74) در تیمار واجد 4 درصد گیاه چنگال آبی به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: قزل‌آلای رنگین‌کمان، چنگال آبی، رشد، بقاء

مقدمه

جمعیت رو به رشد جهان، روی آوردن انسان به منابع پروتئینی جدید، به‌خصوص ماهی را در پی داشته است (Lee و Donaldson، 2001). ماهیان سردآبی در بین ماهیان پرورشی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند، به‌خصوص ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان که به‌دلیل کیفیت مطلوب، به‌عنوان یک غذای لذیذ و بازارپسند مورد توجه می‌باشد (یداللهی، 1381).

در پرورش این ماهی تغذیه دارای اهمیت خاص است، زیرا قسمت عمده جیره این ماهی را منابع پروتئینی تشکیل می‌دهند و قیمت بالای منابع پروتئینی

* مسئول مکاتبه: ----------

Archive of SID
www.SID.ir

در افزایش هزینه پرورش این ماهی کاملاً مؤثر است. بیش از 43 درصد از انرژی مورد نیاز ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از پروتئین تأمین می‌شود (یداللهی، 1381).

استفاده از پروتئین گیاهی در جیره غذایی ماهی قزل‌آلا تا سال 2003 معمول نشده بود (Cheng و همکاران، 2003). استفاده از پروتئین‌های گیاهی نه تنها از نظر اقتصادی به‌صرفه است بلکه از فشاری که برای تهیه غذای آبزیان بر تولیدکنندگان وارد می‌شود می‌کاهد (El-Sayed، 1999).

برخی از پژوهش‌ها بر روی تغذیه قزل‌آلا با منابع پروتئین گیاهی مثل کنجاله کانولا، آرد سویا و آرد گلوتن و... به جای آرد ماهی انجام شده است (Lee و همکاران، 2002؛ Dugencisk و همکاران، 2003؛ Gaylord و همکاران، 2007)، اما پژوهشی که نشان دهد استفاده از گیاه چنگال آبی بر روی رشد و بقای بچه‌ماهیان قزل‌آلا چه اثری دارد انجام نشده است. در عین‌حال یکی از گیاهانی که در آب‌های با سرعت کم و یا آب‌گیرها می‌روید و گه‌گاه در دستگاه گوارش قزل‌آلا نیز یافت می‌گردد، چنگال آبی است که آن را با نام‌های دیگری چون coontail و یا Hornwort هم می‌شناسند. این گیاه از خانواده Ceratophyllaceae می‌باشد. Coontail از گیاهان بن در آب بدون ریشه می‌باشد (ecy.wa.gov). رشد معمول آن در پایه ساقه‌هایی است که در بسترهای شنی یا سیلتی قرار گرفته‌اند (Wells، 2006). بیش‌ترین میزان رویش آن در فصل‌های پاییز و زمستان است (Shalttout و همکاران، 2000). این گیاه برای بسیاری از ماهیان جوان، جانوران آبزی کوچک و حشرات آبزی مهم است (ecy.wa.gov). بیش‌تر به‌عنوان یک گیاه اکسیژن‌ده استفاده می‌شود و از این نظر برای حفظ تعادل دریاچه‌ها بسیار مهم است چرا که اکسیژن لازم برای حیوانات دریایی را تولید می‌کند، همچنین یک مکان مناسب برای بچه‌ماهیان و دیگر حیوانات آبزی است (Kleinman و همکاران، 2008). گیاه coontail قابلیت جذب فلزات سنگین را نیز دارد (Shalttout و همکاران، 2000). این گیاه یکی از بهترین گونه‌های شناخته شده برای دفع نیترات و حذف آرسنیک از آب می‌باشد (Kleinman و همکاران، 2008). از این گیاه می‌توان به‌عنوان یک مقیاس برای اندازه‌گیری آلودگی دریاچه استفاده کرد. این گیاه همچنین می‌تواند برای انتقال و برداشت فلزات سنگین و رقیق کردن آن‌ها به‌خوبی عمل کند. گیاه چنگال آبی برای استفاده در کارخانجات بازیافت زباله در اروپا توصیه شده است (Wells، 2006)، اما با این‌حال گیاه چنگال آبی را جزء گیاهان هرز می‌دانند، طوری‌که مشخص شده است سالانه در امریکا فقط 100 میلیون دلار جهت از بین بردن این گیاه هزینه می‌شود (Palcer، 2005). طبق بررسی‌هایی که در FAO انجام شده است، هیچ‌گونه ماده سمی در این گیاه وجود ندارد (FAO، 2009). برخی از اجزای غذایی این گیاه در جدول 1 دیده می‌شود.

با توجه به‌میزان پروتئین و چربی این گیاه، آزمایشی طراحی و اجرا گردید که در خلال آن، اثر وجود این گیاه در جیره غذایی بر رشد و بقاء ماهی قزل‌آلا بررسی گردید. هدف اصلی این پژوهش بررسی اثر گیاه یاد شده به‌عنوان یکی از منابع غذایی بر رشد ماهی قزل‌آلا بود.

جدول 1- مقدار برخی از اجزای غذایی گیاه چنگال آبی (FAO، 2009)

گوگرد (درصد)	پتاسیم (درصد)	سدیم (درصد)	فسفر (درصد)	نیتروژن (درصد)	آهن (ppm)
30/0	4/01	1/16	0/26	3/8	1053

Archive of SID
www.SID.ir

سلولز (درصد)	کلسیم (درصد)	منیزیم (درصد)	منگنز (ppm)	روی (ppm)	مس (ppm)
27/9	0/77	0/42	486	100	30

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات منابع طبیعی خجیر واقع در شـرق تهران و در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با 4 تیمار و 3 تکرار انجام شد. به‌منظور انجام آن 12 آکواریوم مستطیل‌شکل به ابعاد 70×50×100 سانتی‌مترمکعب مورد اسـتفاده قرار گرفت. در هر آکواریوم سیستم هوادهی برقرار گردید. هر آکواریوم با میزان 100 لیتر آب‌گیری گردید. در هر آکواریوم هواده‌هایی[1] با قدرت 8 وات و 800 لیتـر در ساعت خروجی هوا برای تأمین هوای مورد نیاز استفاده گردید. سپس به‌مدت 3 روز بدون حضور ماهی در آکواریوم‌ها، عمل هوادهی صورت پذیرفت. ماهی‌های این آزمایش به تعداد 200 عدد، با وزن اولیه 11/12±0/71 گرم و طول اولیه 91/7±3/05 میلی‌متر بودند که توسط ظروف حمل بچه‌ماهی به محل پرورش انتقال یافتند. دمای روزانه آب محل پرورش ماهیان به‌میزان 20±1/17 درجه سانتی‌گراد بود. پیش از معرفی بچه‌ماهی‌ها به تیمارهای آزمایشی، عملیات هم‌دماسازی آن‌ها با آب محیط پرورش انجام شد تا از بروز استرس دمایی جلوگیری به‌عمل آید. 24 ساعت پس از رهاسازی، اولین غذادهی به ماهی‌ها انجام شد. مقدار غذای موردنیاز براساس دما و وزن توده زنده ماهیان معادل 6 درصد وزن توده زنده بچه‌ماهی‌ها در نظر گرفته شده بود (نفیسی‌بهابادی، 1385). در این پژوهش از 4 تیمار غذایی شامل 0، 2، 4 و 6 درصد پودر گیاه چنگال آبی در پلت‌های غذایی استفاده شد که تیمار شاهد را غذای تجاری تشکیل می‌داد. مقدار اجزای این غذا شامل 50/0 درصد پروتئین خام، 18/0 درصد چربی خام، 1/9 درصد فیبر و 9/5 درصد خاکستر می‌باشد. هر یک از تیمارها نیز 3 تکرار داشتند. برای تولید غذا، با توجه به نیاز غذایی ماهی 10 گرمی تا رسیدن به وزن 15 گرم، ابتدا 6 درصد وزن بچه‌ماهی‌ها در نظر گرفته شد. اجزای غذایی براساس افزایش 2، 4 و 6 درصد گیاه با میزان 21/7 درصد پروتئین و 5/97 درصد چربی به جیره و کاهش میزان پروتئین و چربی غذا صورت گرفت. آنالیز اجزای غذایی گیاه چنگال آبی در جدول 2 آورده شده است. لازم به ذکر است که تعداد دفعات غذادهی 5 بار در روز بود (عمادی، 1383).

برای تولید غذا، مواد اولیه تشکیل‌دهنده غذا تهیه گردید. سپس به‌ترتیب 2، 4 و 6 درصد پودر گیاه چنگال آبی به مجموع اجزای غذاهای متداول تجاری در واحدهای 1 کیلوگرمی مورد اشاره اضافه گردید. برای خشک کردن این گیاه، ابتدا در محیط باز قرار داده شد تا کمی خشک شده و آب خود را از دست بدهد. سپس به‌مدت 5 ساعت و تحت دمای 40 درجه سانتی‌گراد این گیاه در آون قرار داده شد، سپس آن را آسیاب کرده و به غذای تجاری قزل‌آلا براساس درصد موردنظر اضافه گردید. مخلوط حاصل به کمک یک دستگاه چرخ گوشت به پلت‌هایی با قطر 1/5 میلی‌متر و قابل استفاده توسط بچه‌ماهی‌ها، تبدیل گردید.

در طول دوره آزمایش، 5 نوبت زیست‌سنجی به فاصله هر 7 روز صـورت گرفت و در هر نوبت زیست‌سنجی پارامترهای وزن و طول کل ماهیان اندازه‌گیری شده و براساس درصد وزن توده زنده در هر تیمار مقدار غذای هر تیمار تعیین گردید. 12 ساعت قبل از انجام بیومتری، غذادهی به ماهیان متوقف شد. سپس تعداد 8 قطعه بچه‌ماهی از هر تیمار

1- Asian star (FA-901)

Archive of SID
www.SID.ir

نمونه‌برداری شد و طول آن‌ها به کمک خط‌کش مدرج معمولی و وزن آن‌ها به کمک ترازوی دیجیتال[1] با دقت 0/01 گرم اندازه‌گیری گردید.

Archive of SID

1- EK-120A

www.SID.ir

جدول 2- آنالیز غذایی گیاه چنگال آبی

کالری (کیلوکالری بر گرم)	خاکستر (درصد)	فیبر (درصد)	چربی خام (درصد)	پروتئین خام (درصد)
3/9	19/9 درصد	16/2 درصد	5/97 درصد	21/7 درصد

سپس شاخص‌های ضریب چاقی (CF)[1]، ضریب بقاء (SR)[2]، افزایش وزن (WG)[3]، ضریب رشد ویژه (SGR)[4] و ضریب تبدیل غذایی (FCR)[5] ماهیان هر آکواریوم با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد (ای‌فاکس و ای‌سس، 1982):

$$\text{افزایش وزن روزانه (WG)} = \frac{\text{متوسط وزن اولیه - متوسط وزن نهایی}}{\text{تعداد روزهای پرورش}}$$

$$\text{ضریب چاقی (CF)} = \frac{100 \times \text{وزن ماهی}}{\text{طول ماهی}^3}$$

$$\text{ضریب تبدیل غذا (FCR)} = \frac{\text{مقدار غذای مصرفی در طول دوره}}{\text{مقدارافزایش وزن در طول دوره}}$$

$$\text{نرخ رشد ویژه (SGR)} = \frac{\text{وزن اولیه Ln - وزن ثانویه Ln}}{\text{تعداد روزهای پرورش}} \times 100$$

$$\text{درصد بقاء (SR)} = \frac{\text{تعداد ماهیان نهایی}}{\text{تعداد ماهیان اولیه}} \times 100$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها: با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS آنالیز واریانس داده‌ها در سطوح آماری 5 و 1 درصد انجام گرفت. برای بررسی و مقایسه میانگین فاکتورهای مختلف ماهیان در تیمارهای غذایی چهارگانه با یکدیگر، از آزمون مقایسه چنددامنه دانکن استفاده شد.

نتایج

نتایج تأثیر پودر مکمل شده در جیره غذایی ماهیان قزل‌آلا در جدول‌های زیر آورده شده است.

جدول 3- تغییرات معیارهای رشد در بچه‌ماهیان قزل‌آلای تغذیه شده از جیره‌های مکمل شده با سطوح مختلف پودر گیاه چنگال آبی در غذا در هفته اول آزمایش

تیمار / معیارهای رشد	شاهد (غذای تجاری بیومار)	تیمار 1 (2 درصد پودر چنگال آبی مکمل شده)	تیمار 2 (4 درصد پودر چنگال آبی مکمل شده)	تیمار 3 (6 درصد پودر چنگال آبی مکمل شده)
طول کل (میلی‌متر)	$92/67^{a}\pm1/53$	$96/67^{a}\pm3/21$	$93/33^{a}\pm1/53$	$96/00^{a}\pm1/73$
وزن (گرم)	$10/8^{b}\pm0/31$	$12/13^{a}\pm0/28$	$11/32^{b}\pm0/33$	$12/03^{a}\pm0/16$
ضریب چاقی	$1/36^{a}\pm0/00$	$1/35^{a}\pm0/00$	$1/39^{a}\pm0/00$	$1/36^{a}\pm0/00$
نرخ رشد روزانه	$0/093^{b}\pm0/02$	$0/07^{b}\pm0/01$	$1/2^{a}\pm0/07$	$0/087^{b}\pm0/02$
نرخ رشد ویژه	$0/83^{b}\pm0/004$	$0/58^{b}\pm0/001$	$1/92^{a}\pm0/007$	$0/67^{b}\pm0/002$
ضریب تبدیل غذا	$1/2^{b}\pm0/37$	$1/73^{c}\pm0/21$	$0/53^{a}\pm0/11$	$1/4^{b}\pm0/26$

تذکر: حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح $P<0/05$.

1- Condition Factor
2- Survival Rate
3- Weight Gain
4- Specific Growth Rate
5- Food Conversion Ratio

www.SID.ir

مشاهده نتایج هفته اول پژوهش نشان داد که تیمارهای چهارگانه اختلاف‌های معنی‌داری را در مورد طول (L) و ضریب چاقی (CF) بچه‌ماهیان سبب نشده‌اند اما در مورد وزن (W)، ضریب تبدیل غذا (FCR)، نرخ رشد روزانه (DGR) و نرخ رشد ویژه (SGR) دارای اختلاف معنی‌دار بین بچه‌ماهیان بودند ($P<0/05$). به‌طوری‌که در مورد فاکتور وزن (W) تیمار 1 و 3 بهترین عملکرد را در مورد افزایش وزن داشته‌اند. نتایج این هفته نشان داد که در مورد فاکتورهای ضریب تبدیل غذا (FCR)، نرخ رشد روزانه (DGR) و نرخ رشد ویژه (SGR) تیمار 2 بهترین عملکرد را در این هفته از خود نشان داد.

جدول 4- تغییرات معیارهای رشد در بچه‌ماهیان قزل‌آلای تغذیه شده از جیره‌های مکمل شده با سطوح مختلف پودر گیاه چنگال آبی در غذا در هفته دوم

تیمار / معیارهای رشد	شاهد (غذای تجاری بیومار)	تیمار 1 (2 درصد پودر چنگال آبی مکمل شده)	تیمار 2 (4 درصد پودر چنگال آبی مکمل شده)	تیمار 3 (6 درصد پودر چنگال آبی مکمل شده)
طول کل (میلی‌متر)	$95/00^{a}\pm1/73$	$99/33^{a}\pm3/78$	$96/33^{a}\pm1/53$	$98/33^{a}\pm0/53$
وزن (گرم)	$11/1^{b}\pm0/42$	$12/39^{a}\pm0/30$	$11/96^{a}\pm0/37$	$12/33^{a}\pm0/20$
ضریب چاقی	$1/3^{a}\pm0/00$	$1/27^{a}\pm0/00$	$1/34^{a}\pm0/00$	$1/3^{a}\pm0/00$
نرخ رشد روزانه	$0/077^{b}\pm0/03$	$0/067^{b}\pm0/01$	$0/17^{a}\pm0/01$	$0/073^{b}\pm0/01$
نرخ رشد ویژه	$0/75^{b}\pm0/002$	$0/50^{b}\pm0/000$	$1/33^{a}\pm0/001$	$0/58^{b}\pm0/001$
ضریب تبدیل غذا	$1/53^{b}\pm0/4$	$1/87^{b}\pm0/1$	$0/7^{a}\pm0/0$	$1/63^{b}\pm0/2$

تذکر: حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح $P<0/05$.

نتایج هفته دوم نشان داد که در مورد وزن (W)، ضریب تبدیل غذا (FCR)، نرخ رشد روزانه (DGR) و نرخ رشد ویژه (SGR) اختلافات بسیار معنی‌داری را در بچه‌ماهیان باعث شده‌اند ($P<0/05$). این نتایج نشان داد که در مورد فاکتور وزن (W) تیمار 1، 2 و 3 نتیجه بهتری نسبت به تیمار شاهد را سبب شده است. در مورد شاخص‌های ضریب تبدیل غذا (FCR)، نرخ رشد روزانه (DGR) و نرخ رشد ویژه (SGR) مثل هفته اول آزمایش تیمار 2 بهترین عملکرد را داشته است.

جدول 5- تغییرات معیارهای رشد در بچه‌ماهیان قزل‌آلای تغذیه شده از جیره‌های مکمل شده با سطوح مختلف پودر گیاه چنگال آبی در غذا در هفته سوم آزمایش

تیمار / معیارهای رشد	شاهد (غذای تجاری بیومار)	تیمار 1 (2 درصد پودر چنگال آبی مکمل شده)	تیمار 2 (4 درصد پودر چنگال آبی مکمل شده)	تیمار 3 (6 درصد پودر چنگال آبی مکمل شده)
طول کل (میلی‌متر)	$97/00^{b}\pm0/73$	$101/33^{a}\pm2/89$	$99/33^{ab}\pm1/53$	$100/33^{ab}\pm1/53$
وزن (گرم)	$11/45^{b}\pm0/46$	$12/67^{a}\pm0/32$	$12/59^{a}\pm0/34$	$12/61^{a}\pm0/34$
ضریب چاقی	$1/26^{a}\pm0/00$	$1/22^{a}\pm0/00$	$1/29^{a}\pm0/00$	$1/25^{a}\pm0/00$
نرخ رشد روزانه	$1/087^{b}\pm0/01$	$0/07^{b}\pm0/01$	$0/16^{a}\pm0/01$	$0/07^{b}\pm0/01$
نرخ رشد ویژه	$0/67^{b}\pm0/00$	$0/75^{b}\pm0/00$	$1/25^{a}\pm0/00$	$0/67^{b}\pm0/00$
ضریب تبدیل غذا	$1/3^{b}\pm0/1$	$1/77^{c}\pm0/1$	$0/73^{a}\pm0/1$	$1/77^{c}\pm0/2$

تذکر: حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح $P<0/05$.

Archive of SID
www.SID.ir

مشاهده نتایج هفته سوم آزمایش نشان داد که در طی این هفته نرخ رشد ویژه (SGR)، نرخ رشد روزانه (DGR) و ضریب تبدیل غذا (FCR) همگی اختلاف‌های بسیار معنی‌داری را بین تیمارهای چهارگانه سبب شده‌اند ($P<0/05$). این نتایج نشان داد که در مورد این سه شاخص مشابه هفته اول و دوم تیمار 2 بهترین عملکرد را بین 3 تیمار دیگر سبب شده است.

جدول 6- تغییرات معیارهای رشد در بچه‌ماهیان قزل‌آلای تغذیه شده از جیره‌های مکمل شده با سطوح مختلف پودر گیاه چنگال آبی در غذا در هفته چهارم آزمایش

تیمار / معیارهای رشد	شاهد (غذای تجاری بیومار)	تیمار 1 (2 درصد پودر چنگال آبی مکمل شده)	تیمار 2 (4 درصد پودر چنگال آبی مکمل شده)	تیمار 3 (6 درصد پودر چنگال آبی مکمل شده)
طول کل (میلی‌متر)	$99/00^{b}\pm1/7$	$103/67^{a}\pm2/5$	$102/00^{ab}\pm1/0$	$102/33^{ab}\pm1/5$
وزن (گرم)	$11/73^{b}\pm0/45$	$12/95^{a}\pm0/32$	$13/16^{a}\pm0/29$	$12/87^{a}\pm0/20$
ضریب چاقی	$1/21^{a}\pm0/00$	$1/16^{a}\pm0/00$	$1/24^{a}\pm0/00$	$1/20^{a}\pm0/00$
نرخ رشد روزانه	$0/077^{b}\pm0/01$	$0/07^{b}\pm0/00$	$0/14^{a}\pm0/02$	$0/063^{b}\pm0/01$
نرخ رشد ویژه	$0/58^{b}\pm0/001$	$0/58^{b}\pm0/001$	$1/08^{a}\pm0/001$	$0/50^{b}\pm0/000$
ضریب تبدیل غذا	$1/6^{b}\pm0/1$	$1/77^{bc}\pm0/06$	$0/9^{a}\pm0/2$	$1/97^{c}\pm0/15$

تذکر: حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح $P<0/05$.

نتایج هفته چهارم نشان داد که در مورد وزن (W)، نرخ رشد ویژه (SGR)، نرخ رشد روزانه (DGR) و ضریب تبدیل غذا (FCR) این اختلاف‌ها بین تیمارهای چهارگانه بسیار معنی‌دار بود ($P<0/05$). نتایج نشان داد در مورد شاخص وزن (W) تیمارهای 1، 2 و 3 هر سه نتیجه بهتری نسبت به تیمار شاهد را سبب شده است. بررسی نتایج این هفته نشان داد که در مورد سه شاخص نرخ رشد ویژه (SGR)، نرخ رشد روزانه (DGR) و ضریب تبدیل غذا (FCR) مثل 3 هفته قبل تیمار 2 بهترین عملکرد را بین سایر تیمارها سبب شده است.

جدول 7- تغییرات معیارهای رشد در بچه‌ماهیان قزل‌آلای تغذیه شده از جیره‌های مکمل شده با سطوح مختلف پودر گیاه چنگال آبی در غذا در هفته پنجم

تیمار / معیارهای رشد	شاهد (غذای تجاری بیومار)	تیمار 1 (2 درصد پودر چنگال آبی مکمل شده)	تیمار 2 (4 درصد پودر چنگال آبی مکمل شده)	تیمار 3 (6 درصد پودر چنگال آبی مکمل شده)
طول کل (میلی‌متر)	$102/33^{b}\pm1/15$	$107/00^{a}\pm2/0$	$104/33^{ab}\pm1/53$	$104/67^{ab}\pm1/15$
وزن (گرم)	$12/06^{b}\pm0/51$	$13/25^{a}\pm0/34$	$13/79^{a}\pm0/21$	$13/19^{a}\pm0/20$
ضریب چاقی	$1/13^{ab}\pm0/00$	$1/08^{b}\pm0/00$	$1/21^{a}\pm0/00$	$1/15^{ab}\pm0/00$
نرخ رشد روزانه	$0/083^{b}\pm0/01$	$0/073^{b}\pm0/01$	$0/16^{a}\pm0/03$	$0/08^{b}\pm0/00$
نرخ رشد ویژه	$0/75^{ab}\pm0/00$	$0/50^{b}\pm0/00$	$1/17^{a}\pm0/00$	$0/50^{b}\pm0/00$
ضریب تبدیل غذا	$1/47^{b}\pm0/15$	$1/73^{b}\pm0/15$	$0/9^{a}\pm0/17$	$1/57^{b}\pm0/06$

تذکر: حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح $P<0/05$.

Archive of SID
www.SID.ir

نتایج هفته پنجم آزمایش نشان داد که در مورد طول (L)، وزن (W)، نرخ رشد ویژه (SGR)، نرخ رشد روزانه (DGR) و ضریب تبدیل غذا (FCR) اختلاف‌های معنی‌داری بین تیمارهای مختلف دیده شد ($P<0/01$). بررسی نتایج هفته آخر آزمایش نشان داد که در مورد فاکتور طول (L) تیمار 1 نتیجه بهتری نسبت به سایر تیمارها به‌دست آورد. در مورد فاکتور وزن (W) هر سه تیمار آزمایشی نتیجه بهتری نسبت به تیمار شاهد را سبب شده است. در مورد سه فاکتور دیگر مشابه هفته‌های قبل تیمار 2 بهترین عملکرد را داشته است.

جدول 8- تغییرات معیارهای رشد در بچه‌ماهیان قزل‌آلای تغذیه شده از جیره‌های مکمل شده با سطوح مختلف پودر گیاه چنگال آبی در غذا در کل دوره آزمایش

تیمار / معیارهای رشد	شاهد (غذای تجاری بیومار)	تیمار 1 (2 درصد پودر چنگال آبی مکمل شده)	تیمار 2 (4 درصد پودر چنگال آبی مکمل شده)	تیمار 3 (6 درصد پودر چنگال آبی مکمل شده)
طول کل (میلی‌متر)	$12/0^{b}\pm1/7$	$13/00^{ab}\pm1/7$	$15/3^{a}\pm0/57$	$10/7^{b}\pm0/57$
وزن (گرم)	$1/63^{b}\pm0/32$	$1/40^{b}\pm0/08$	$3/06^{a}\pm0/44$	$1/50^{b}\pm0/12$
ضریب چاقی	$1/09^{a}\pm0/00$	$1/07^{a}\pm0/00$	$1/16^{a}\pm0/00$	$1/10^{a}\pm0/00$
نرخ رشد روزانه	$0/08^{b}\pm0/01$	$0/07^{b}\pm0/01$	$0/15^{a}\pm0/02$	$0/07^{b}\pm0/01$
نرخ رشد ویژه	$0/27^{b}\pm0/00$	$0/75^{b}\pm0/00$	$1/73^{a}\pm0/00$	$0/58^{b}\pm0/00$
ضریب تبدیل غذا	$1/27^{b}\pm0/2$	$1/77^{c}\pm0/1$	$0/8^{a}\pm0/1$	$1/63^{c}\pm0/1$

تذکر: حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح $P<0/05$.

مطالعه نتایج به‌دست آمده از هفته اول در جدول 3 نشان می‌دهد که تیمار 3 با ایجاد بهترین میانگین در تمامی فاکتورها به‌استثنای وزن، بهترین رتبه را کسب کرده است. همچنین نتایج هفته دوم آزمایش نشان می‌دهد که شباهت زیادی بین هفته اول و دوم در رتبه‌بندی تیمارها وجود دارد با این اختلاف که تیمار 3 در هفته دوم در مورد فاکتور افزایش وزن هم بهترین رتبه را به‌دست آورد. مطالعه نتایج هفته‌های سوم و چهارم و پنجم نشان می‌دهد که شباهت‌های زیادی با هفته‌های اول و دوم آزمایش در فاکتورها دیده می‌شود و تیمار 3 در همه فاکتورها به‌جز طول بهترین رتبه را به‌دست آورده است. دقت در نتایج به‌دست آمده از کل دوره پژوهش نشان می‌دهد که بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در تیمار 3 یعنی 4 درصد گیاه چنگال آبی بهترین رشد را نسبت به سایر تیمارهای مورد بررسی داشته است و بقیه تیمارها رشد کم‌تری را سبب شده است.

بحث

نتایج پژوهش چنج و همکاران (2003) نشان داد که بیش از 50 درصد از پروتئین جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌تواند با پروتئین‌های گیاهی جایگزین شود بدون این‌که رشد ماهی را کاهش دهد. در این پروژه استفاده از 4 درصد پودر گیاه چنگال آبی رشد بیش‌تری را نسبت به غذای تجاری در ماهیان سبب شد. هم‌چنین پژوهش گومز و همکارانش (1995) نشان داد که تا 50 درصد از پروتئین جیره را می‌توان با منابع پروتئین‌های گیاهی مانند آرد سویا، آرد گلوتن ذرت جایگزین کرد بدون این‌که با رشد مغایرتی داشته باشد. بررسی‌های دیگر گومز و همکارانش (1995) نشان داد که جایگزینی تا 66 درصد از منابع پروتئین گیاهی در جیره ماهی، اثرات منفی را نشان نداده است، در این پروژه هم استفاده از 4 درصد پودر

Archive of SID
www.SID.ir

گیاه چنگال آبی بدون داشتن اثرات منفی، رشد بیش‌تری را نسبت به غذای تجاری سبب شد. براساس مطالعات صورت گرفته توسط فرانسیسکو و همکاران (2004) مشخص شد که ماهیان قزل‌آلایی که با جیره شامل پروتئین گیاهی تغذیه شده بودند نسبت به ماهیان قزل‌آلایی که با غذای تجاری تغذیه شده بودند رشد کم‌تر داشتند، در حالی‌که در این پژوهش مشخص شده که مکمل‌سازی 4 درصد از پودر گیاه چنگال آبی در جیره قزل‌آلا سبب افزایش رشد آن شد.

گلن‌کراس و همکارانش (2004) در پژوهش خود نشان دادند که استفاده از پروتئین گیاهی در غذای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پتانسیل غذا را بالا می‌برد. در این پروژه هم استفاده از 4 درصد پودر گیاه چنگال آبی رشد بهتری را سبب شده است و با نتایج آن‌ها مطابقت داشت.

پاترا و همکارانش (2002) در پژوهش خود بر روی استفاده از گیاه آبزی *Nymphoides cristatum* به‌عنوان غذا برای کپور اصلی هندی نشان دادند که استفاده از گیاه آبزی در غذای آبزیان بازدهی غذا را افزایش می‌دهد و با این پژوهش که نشان داد استفاده از 4 درصد گیاه چنگال آبی بازدهی غذا را بهبود می‌بخشد مطابقت دارد.

نتایج این آزمایش نشان داد که افزودن پودر گیاه چنگال آبی وزن و طول بچه‌ماهیان قزل‌آلا را در تیمار 2 (4 درصد پودر چنگال آبی در هر کیلو غذای ماهی) افزایش داد که با پژوهش موریس و همکاران (2005) که نشان داد استفاده از پروتئین گیاهی سویا در جیره غذایی قزل‌آلا تفاوت معنی‌داری را در رشد ایجاد نمی‌کند، مطابقت ندارد. همچنین طی پژوهش پیرسو و همکاران (2008) مشخص شد که اگر در جیره ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان از پروتئین گیاهی استفاده شود به‌میزان 8 درصد کم‌تر از ماهیانی که با غذای تجاری تغذیه شوند رشد می‌کنند که با نتایج این پژوهش مطابقت ندارد زیرا در این پروژه استفاده از
4 درصد پودر گیاه چنگال آبی اثر به‌سزایی در رشد بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان از خود نشان داد.

همچنین در پژوهش دیگری که توسط چنج و همکاران (2003) انجام گرفت مشخص شد که استفاده از پروتئین‌های گیاهی می‌تواند میزان آمونیاک، نیتروژن و فسفر دفعی را کاهش دهد. احتمالاً به همین دلیل است که استفاده از جیره‌های آزمایشی تلفاتی را سبب نشده‌اند و با این آزمایش مطابقت دارد. همچنین طی پژوهش صفری (1384) مشخص شد که کنجاله کانولا به‌عنوان یک منبع پروتئین گیاهی، جایگزین مناسبی برای آرد ماهی در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌باشد. این پژوهش نشان داد که جایگزینی کنجاله کانولا تا سطح 40 درصد نسبت بهبود جذب نیتروژن و عملکرد ماهی قزل‌آلا می‌شود، که با نتایج پژوهش ما مطابقت دارد چرا که سبب بهبود عملکرد غذا گردیده است.

در مورد فاکتور ضریب چاقی (CF)، نتایج آزمون دانکن نشان داد که تیمار واجد 4 درصد سراتوفیلوم دمرسوم بالاترین ضریب چاقی را سبب شد، به‌رغم این‌که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین این تیمار و سایر تیمارها مشاهده نشد.

درصد بقاء (SR) نیز در این آزمایش در تیمارهای آزمایشی با مکمل‌سازی پودر گیاه چنگال آبی در جیره‌ها هیچ اختلاف معنی‌داری از نظر آماری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نگردید ($P<0/05$). این یافته‌ها با پژوهش موریس و همکاران (2005) که نشان دادند استفاده از سویا به‌عنوان پروتئین گیاهی در جیره ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان تفاوت معنی‌داری را در نرخ بقاء تیمارهای مختلف سبب نمی‌شود، مطابقت دارد.

Archive of SID
www.SID.ir

چنج و همکاران (2003) نشان دادند که استفاده از پروتئین‌های گیاهی در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ضریب تبدیل غذایی را افزایش می‌دهد که در این آزمایش، فقط در تیمار 2 ضریب تبدیل غذا نسبت به غذای تجاری (گروه شاهد) کم‌تر و با پژوهش‌های آن‌ها مطابقت نداشت و 2 تیمار دیگر یعنی تیمار 1 (2 درصد پودر چنگال آبی در هر کیلو غذای ماهی) و تیمار 3 (6 درصد پودر چنگال آبی در هر کیلو غذای ماهی) ضریب تبدیل غذای بیش‌تری از سایر تیمارها داشتند.

شاید یک دلیل که باعث شده است اختلاف بسیار معنی‌داری را در بیش‌تر فاکتورها بین تیمار 2 با سایر تیمارها مشاهده کنیم، کوتاه بودن مدت آزمایش باشد و اگر طول مدت آزمایش طولانی‌تر بود نتایج کامل‌تری به‌دست می‌آمد. همچنین اگر دمای آب پایین‌تر بود نتایج بهتری را به‌دست می‌آوریم زیرا بالا بودن دمای آب بر روی سیستم تغذیه‌ای ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان اثرات سوء دارد (نفیسی‌بهابادی، 1385). همچنین اگر ماهی در وزن‌های پایین‌تری مورد آزمایش قرار می‌گرفت شاید امکان تغییر نتایج وجود داشت چرا که میکروفلور دستگاه گوارش، فیزیولوژی و وضعیت ایمنی موجودات تغییر می‌کند و از آنجا که فلور روده در مرحله ابتدایی زندگی نیز هنوز در حال تغییر می‌باشد. این اصل کلی همواره حاکم است که تأثیرگذاری به فلور روده در طول این دوره در مقایسه با مراحل بعدی آسان‌تر است چرا که بعدها فلور به‌نسبت ثابتی پایدار می‌گردد، بنابراین بهتر است که استفاده از پروتئین‌های گیاهی تا حد امکان در دوران آغازین تغذیه شروع شود (افشار، 1381). همان‌گونه که سیلی و همکاران (2009) در پژوهش‌های خود نشان دادند که استفاده از کنجاله سویا به همراه پروبیوتیک در غذای آغازین قزل‌آلای رنگین‌کمان استفاده از آن را بهبود می‌بخشد و راندمان بالاتری را سبب می‌شود.

منابع

1- یداللهی، ف.، 1381. تأثیر سطوح مختلف روغن ماهی و روغن آفتابگردان جیره را بر روی کمیت و کیفیت گوشت قزل‌آلای رنگین‌کمان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد علوم و صنایع غذایی و فرآورده‌های کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان. 82 ص.

2- نفیسی‌بهابادی، م.، 1385. راهنمای عملی تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. انتشارات دانشگاه هرمزگان. صفحات 55-15 و 270-229.

3- عمادی، ح.، 1383. تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلا و آزاد. انتشارات آبزیان. صفحات 132-131 و 160.

4.Cheng, Z.J., Hardy, R.W., Usry, J.L., 2003. Plant protein ingredients with lysine supplementation reduce dietary protein level in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diet and reduce ammonia nitrogen and soluble phosphorus excretion. Aquaculture, 218, 553-565.

5.Cheng, Z.J., Hardy, R.W., Usry, J.L., 2003. Effect of lysine supplementation in plant protein-based diets on the performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and apparent digestibility coefficients of nutrients. Aquaculture, 215, 255-265.

6.Dugenci, S.K., Arda, N., Candan, A., 2003. Some medicinal palnts as immunostimulant for fish. U.S. National Library of Medicine National Institutes of Health, Journal of Ethnopharmacology, 88 (1), 99-106.

7.El-Sayed, A.F.M., 1999. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromiss* Spp. Oceanography department, Faculty of Science, University of Alexandria, Alexandria, Egypt. Aquaculture, 179, 149-168.

8.Eifac, U., Ices, 1982. Report of working group on standardization of methodology in fish nutrition research. EIFAC Technical, 36pp.

Archive of SID
www.SID.ir

9.Francesco, M.D., Parisi, G., Medale, F., Lupia, P., Kaushik, S.J., Poli, B.M., 2004. Effect of long-term feeding with a plant protein mixture based diet on growth and body/ fillet quality traits of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 236, 413-429.
10.Gaylord, T.G., Barrows, F.T., Teague, A.M., Johansen, K.A., Overturf, K.E., Sheperd, B., 2007. Supplementation of tuurine and methionine to all-palnt protein diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 269, 514-524.
11.Glencross, B.D., Carter, C.G., Duijster, N., Evans, D.R., Dods, K., McCafferty, P., Hawkins, W.E., Sipsas, S., 2004. A comparison of the digestibility of a range of lupin and soybean protein products when fed to either Atlantic salmon (*Salmo salar*) or rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 237, 333-346.
12.Gomes, E.F., Rema, P., Gouveia, A., Teles, A.O., 1995. Replacement of fish meal by plant proteins in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): effect of the quality of the fishmeal based control diets on digestibility and nutrient balanced. IWA Publishing Journals, Water Science and Technology, 31 (10), 205-211.
13.Kleinman, R., Culbertson, J., Kinny, E., 2008. Vascular plants of the Gila wilderness. Presented in Association with the western New Mexico university department of natural science.
14.Lee, C.S., Donaldson, E.M., 2001. General discussion on "Reproductive biotechnology in finfish aquaculture". Aquaculture, 197, 303-320.
15.Lee, K.J., Dabrowski, K., Blom, J.H., Bai, S.C., Stramberg, P.C., 2002. A mixture of cottonseed meal, soybean meal and animal by product mixture as a fish meal substitute: growth and tissue gossypol enantiomer in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). V.S. National Library of Medicine National Institude of Health. Journal of Animal Physiology Animal Nutrient (Berl), 86 (7-8), 201-213.
16.Morris, P.C., Gallimore, P., Handley, J., Hide, G., Haughta, P., Black, A., 2005. Full-fat soya for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in freshwater: effects on performance, composition and flesh fatty acid profile in absence of hind-gut enteritis. Aquacalture, 248, 147-161.
17.Patra, B.C., Maity, J., Debnath, J., Patra, S., 2002. Making aquatic weeds useful II: *Nymphoides cristatum* (Roxb.) O. Kuntze as feed for an Indian major carp *Labeo rohito* (Hamilton). Aquaculture nutrition, 8, 33-42.
18.Pierce, L.R., Palti, Y., Silverstein, J.T., Barrows, F.T., Hallerman, E.M., Parson, J.E., 2008. Family growth response to fishmeal and plant-based diets shows genotype × diet interaction in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquacalture, 278, 37-42.
19.Sealey, W.M., Barrows, F.T., Smith, C.E., Overturf, K., Lapatra, S.E., 2009. Soybean meal level and probiotics in first feeding fry diets alter the ability of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* to utilize high levels of soybean meal during grow-out. Aquacalture, 293, 195-203.
20.Shaltout, K.H., Galal, T.M., El-Komi, T.M., 2000. Evaluation of the Nutrient Status of Some Hydrophytes in the Water Courses of Nile Delta, Egypt. Journal of Botany, 11pp.
21.Parker, J.D., 2005. Plant-herbivore interactions: consequences for the structure of fresh water communities and exotic plant invasions. Georgia Tech Theses and Dissertation School of Biology Theses and Dissertation. http://hdl.handle.net/1853/9460.
22.Washington State Department of Ecology. http://ecy.wa.gov/ programs/wq/plants/ plantid2/ descriptions/cerdem.html.
23.Dr Wells, R., 2006. Ceratophyllum demersum (aquatic plant). National Institue of Water and Atmospheris Research, New Zealand. http://niwa.cri.nz.
24.http://www.FAO.org/DO.CREP/003/X6862E/X.6862E03/htm.
Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch
Vol. 5, No. 4, January 2011

Survay on Effects of Adding *Ceratophyllum demersum* to Ration on Growth Rate of Rainbow Trout (*Onchorhynchus mykiss*)

M. Pakzad[1], M. Shamsaei Mehrjan[2], K. Nazari[3], S. Vatandoost[4] and M. Mohamadizade Khoshroo[1]

[1]M.Sc. Student, Dept. of Fisheries, Faculty of Natural and Agriculture, Islamic Azad University, Sciences and Research, Tehran Branch, [2]Assistant Prof., Dept. of Professional Fisheries, Faculty of Natural and Agriculture, Islamic Azad University, Sciences and Research, Tehran Branch, [3]Faculty Member of Dept. of Fisheries, Khojir Research Station, Institute Tehran Natural Resources Research Organization, [4]Faculty Member of Dept. of Fisheries, Islamic Azad University, Babol Branch

Abstract

In accordance to evaluation of usage of *Ceratophyllum Demersum* on rate of growing as well as survival rate of Rainbow trout, four different diets were prepared that consist of 0%, 2%, 4% and 6% of the mentioned plant. This experience was tested with a three time repetition in a complete random model. The total number of all tested fish was 96 with the initial weight and length of 11.12±0.71 grams and 91.7±3.05 millimeters respectively. They were introduced to twelve aquariums considered the place of testing. In five weeks that the test occurred, some of the growing scales like Specific Growth Rate (SGR), Daily Growth Rate (DGR), Condition Factor (CF), Food Conversion Ratio (FCR) and Survival Rate (SR) for all diets were calculated. Results of data variance analysis presented that different diets did not show any significant differences in Survival Rate (SR) and Condition Factor (CF), however, meaningful differences in Weight (W), Specific Growth Rate (SGR), Daily Growth Rate (DGR) and Food Conversion Ratio (FCR) was observed ($P<0.01$) and also, after the test, the length of juveniles was proved to be dissimilar based on the diets ($P<0.05$). Based on the results, the diet No.3 consisting of 4% *Ceratophyllum Demersum* had the greatest effect on juveniles growing. Moreover, results of the Duncan's comparative mean test demonstrated the maximum of 11 millimeter increase in length and 2.47 gram in weight with the growing scale amounts of 0.15, 1.36 and 0.74 for DGR, SGR and FCR respectively.

Keywords: *Oncorhynchus mykiss*; *Ceratophyllum demersum*; Growth; Survival

* - Corresponding Authors; Email: ----------

Archive of SID
www.SID.ir