شیلات، مجله منابع طبیعی ایران

دوره ۷۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶

صفحات ۳۸۵-۳۷۶

تاثیر جیره‌های غذایی با درصدهای مختلف گیاه کاهو (*Lactuca sativa*) بر شاخص‌های رشد و ترکیبات بیوشیمیایی بدن بچه ماهی سفید (*Rutilus kutum*)

غلامرضا رفیعی[*1]، *امین هاشمی پناه*[2]، *مهدی اسماعیلی بیدهندی*[3]

۱. استاد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۳. استادیار گروه برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱/۲۳ تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۸/۸

چکیده

در قالب یک طرح کاملاً تصادفی، جیره‌های پایه A به‌عنوان تیمار شاهد بدون حضور کاهو و تیمارهای دیگر شامل سه جیره آزمایشی B، C و D که به‌ترتیب حاوی ۴ ، ۸ و ۱۲ درصد برگ خشک شده کاهو و با هدف جایگزین شدن کاهو به‌جای پودر ماهی و آرد گندم و آرد جو بود، برای رسیدن به‌جیره‌های غذایی جدید و تاثیر آنها بر رشد بچه‌ماهی سفید مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های رشد در بین تیمارها وجود دارد ($P<0.05$). با محاسبه میانگین شاخص‌های رشد در تیمارهای مختلف و بررسی آن‌ها در پایان آزمایش، شاخص‌های ضریب تبدیل غذا، ضریب بهره‌وری پروتئین و درصد افزایش وزن در تیمار C بهترین حالت را نشان داد. میانگین درصد رشد روزانه در تیمار B از بقیه تیمارها بالاتر ولی معنی‌دار نبود ($P>0.05$). کمترین میزان این شاخص‌ها مربوط به تیمار D بود. تیمار B کمترین میزان درصد بقا را با ۶۸ درصد از خود نشان داد. بیشترین درصد بقا را تیمار C با ۹۴ درصد، به خود اختصاص داد. براساس نتایج ماهی سفید قابلیت این را دارد که از مواد با منشاء گیاهی بیشتری در جیره غذایی خود استفاده کند. با توجه به نتایج همچنین می‌توان کاهو را بین ۸ تا ۱۲ درصد وارد جیره غذایی ماهی سفید کرد، بدون این که تاثیر منفی روی رشد این ماهی در مرحله پرورش بچه ماهی داشته باشد.

واژگان کلیدی: ماهی سفید، پودر ماهی، شاخص‌های رشد، جیره غذایی.

* نویسنده مسئول: تلفن: ۹۸۲۶۳۲۲۲۳۰۴۴+ ایمیل: ghrafiee@ut.ac.ir

۱. مقدمه

ماهی سفید *Rutilus kutum* از خانواده کپورماهیان، از مهمترین ماهیان اقتصادی دریای خزر بوده و به‌دلیل ارزش فوق العاده و استقبال بی‌نظیر از گوشت خوشمزه آن جزو پرطرفدارترین ماهیان کشور می‌باشد. ماهی سفید گونه‌ای مهاجر بوده و جهت تولیدمثل وارد رودخانه‌های حاشیه جنوبی دریای خزر می‌شود (Valipour and Khanipour, 2010). این ماهی بیشتر در سواحل ایران و آذربایجان به‌خصوص در سواحل ایران حد فاصل شهرهای آستارا تا رودخانه گرگان رود حضور دارد (Valipour and Khanipour, 2009). اما در دهه‌های اخیر به دلایلی از قبیل تخریب مناطق تخم‌ریزی و همچنین آلودگی های زیست محیطی و صید بی‌رویه، برای جلوگیری از کاهش صید و حفظ ذخایر جمعیتی آن، تکثیر مصنوعی و رهاسازی بچه ماهیان سفید به دریا، توسط سازمان شیلات ایران انجام می‌شود. به‌طوری که میانگین صید این ماهی در سواحل ایران بین سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۱ حدود ۹۶۰۰ تن در سال گزارش شد و این میزان در سال ۲۰۰۶ به ۱۶۰۰۰ تن در سال رسید که نتیجه تکثیر مصنوعی این ماهی و بازسازی ذخایر آن بود (Afraei *et al*., 2011). بازسازی ذخایر ماهی سفید یکی از با اهمیت‌ترین پروژه‌های شیلاتی می‌باشد و هزینه‌های مربوط به آن فشار زیادی را به این بخش وارد می‌کند. البته ارزش اقتصادی این ماهی برای ساکنان منطقه در زمینه اشتغال‌زایی از یک سو و مشکلات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های انسانی از سوی دیگر، بازسازی این گونه را توجیه‌پذیر کرده است (Salehi, 1999).

معمولاً وزن بچه ماهیان رها شده در رودخانه-های منتهی به دریا بین ۰/۳ تا ۱ گرم می‌باشد (Rana and Bartley, 1998). بین سال‌های ۱۹۷۹ تا ۲۰۰۸ حدود ۳ میلیارد بچه‌ماهی سفید انگشت‌قد به‌منظور بازسازی ذخایر به دریای خزر رهاسازی شد و به‌دلیل نبود آگاهی در مورد سن مناسب رهاسازی، اطلاعاتی در مورد ضریب بازگشت و بقاء این ماهی وجود ندارد (Abdolhay *et al*., 2011). در دهه ۷۰، ذخیره ماهی سفید در دریای خزر در حد مطلوب گزارش شد. این موضوع باعث شد برای کاهش تکثیر و در مقابل ارتقا کیفیت بچه‌ماهیان تولید شده از نظر وزن توسط مسولین سازمان برنامه‌ریزی شود. بهترین وزن رهاسازی این ماهی با توجه به کسب توانایی سازگاری با آب لب شور دریای خزر وزن متوسط ۳ تا ۷ گرم برآورد شده است (Hosseini *et al*., 2011). اما نگاه-داری لاروهای این ماهیان در مراکز تکثیر برای رساندن آنها به اوزان بالاتر با هدف کسب توانایی سازگاری با آب لب شور دریای خزر، هزینه‌های سنگینی را به بخش مربوطه وارد می‌کند.

پرورش لارو ماهیان از حساس‌ترین مراحل در چرخه تولید بسیاری از گونه‌ها است و اصلی‌ترین مساله تامین غذا با کیفیت بالا است که به‌راحتی توسط لارو ماهی پذیرفته شود و هضم گردد. از طرفی غذای مصرفی لارو گران‌ترین غذای مورد استفاده در آبزی-پروری محسوب می‌شود و گاهی حدود ۶۰ درصد از کل هزینه‌های جاری را شامل می‌گردد (Goddard, 2001). به علاوه به‌دلیل تراکم بالای تولید بچه ماهی سفید در واحد جمعی استفاده از غذای طبیعی تولیدی استخرهای خاکی چندان جواب‌گوی نیازهای بچه ماهیان نیست و برای نیل به اهدافی از قبیل رشد سریع و اقتصادی، تولید انبوه، استفاده از غذای کنسانتره ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین، یکی از راه حل‌های پیش‌رو به‌منظور کاهش فشارهای مالی تولید لارو، بررسی تولید جیره کاربردی است که تضمین تولید با هزینه‌ای کمتر را داشته باشد و بتواند تقریباً تمامی نیازهای ضروری غذایی آن را فراهم سازد. استفاده از منابع ارزان در تولید غذا می‌تواند یکی از راهکارها باشد و یکی از منابع غذایی ارزان که در سالیان اخیر مورد توجه زیادی قرار گرفته است، منابع گیاهی هستند که از دلایل این توجه نرخ سریع بازگشت‌پذیری این منابع و تولید انبوه و ارزان‌تر آن‌ها است. پژوهش‌های بسیاری نشان داده‌اند که قسمت عمده‌ای از منابع گیاهی قادر هستند که بخشی از جیره غذایی آبزیان را تامین کنند (Santigosa *et al*., 2008). بنابراین استفاده از روغن و کنجاله پروتئینی دانه گیاهان روغنی و سایر محصولات فرعی این منابع در جیره آبزیان خصوصاً در پرورش ماهیان گرم آبی همه‌چیز خوار و علف خوار که با این نوع ترکیبات سازگاری بیشتری دارند، اهمیت یافته است (Abdel-Hakim *et al*., 2008). با این وجود منابع شیلاتی و منابع گیاهی تفاوت‌های اساسی

از جمله در محتوی پروتئین و انرژی، پروفیل اسید امینه و اسید چرب، ترکیبات معدنی و همچنین میزان قابلیت هضم انرژی و مواد مغذی برای گونه هدف، با یکدیگر دارند (Burel *et al*., 2000). افزایش ضریب تبدیل غذایی (FCR) و کاهش بهره‌وری پروتئینی (PER) از نگرانی‌های اصلی در استفاده مواد غذایی گیاهی در جیره آبزیان به شمار می‌آیند (Robaina *et al*., 1995). همچنین ترکیبات ضد تغذیه‌ای که به‌طور وسیعی در منابع گیاهی حضور دارند با تاثیر بر عملکرد آنزیم ها و کاهش فعالیت آن‌ها و همچنین تغییر شکل فضایی پروتئین‌ها و یا ترکیب شدن با عناصر معدنی موجود در سیستم گوارش، موجب می‌شوند که هضم غذا به‌طور ناقص انجام شده و فاکتور های رشد ماهی را با کاهش محسوس مواجه کنند (Santigosa *et al*., 2008). اما این نقص‌ها موجب نمی‌شوند که از این منابع با ارزش چشم پوشی کرد و بررسی‌های هرچه بیشتر در زمینه ورود این منابع در صنعت آبزی‌پروری امری ضروری و اجتناب ناپذیر است.

کاهو با نام علمی *Lactuca sativa L.* از تیره کاسنی‌ها Asteraceae (Compositae) و دارای واریته‌های مختلف است که در این تحقیق از کاهوی پیچ معمولی با نام علمی *L. s. var longifolia* استفاده شد. این گیاه دارای مقدار زیادی مواد معدنی نظیر آهن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، سدیم، منیزیم و گوگرد است. همچنین از نظر ویتامین‌های مختلف نظیر ویتامین‌های A، B1، B2، B3 و C بسیار غنی می‌باشد. به‌دلیل نقش مهم مواد معدنی در اعمالی از قبیل تنظیم فشار داخلی مایعات بدن و رشد مطلوب و سلامتی استخوان‌ها و ...، حضور این مواد در جیره غذایی آبزیان خصوصاً در دوران لاروی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و کاهو می‌تواند از این نظر عملکرد قابل قبولی را از خود در تغذیه آبزیان نشان دهد. این محصول از نظر دارا بودن سلولز در فعال کردن اعمال دودی معده و روده نیز می‌تواند نقش بسیار مهم و اساسی ایفا کند.

کاهو دارای اسیدهای امینه ضروری آلانین و گلایسین برای آبزیان است. همچنین این گیاه از نظر ویتامین‌های C و E و نیز بتا کاروتن غنی است. بتاکاروتن یک ماده بسیار حیاتی برای تولید ویتامین A و نیز یک آنتی اکسیدان قوی است (Botanical-online). آنتوسیانین و آنتوسیانیدین نیز دو رنگدانه فلاوونوئیدی هستند که در کاهو وجود دارند و یکی از نقش‌های آنان در تغذیه انسان تحریک پانکراس و سلول های β است که موجب افزایش ترشح انسولین می شود (Mulabagal *et al*., 2010). با توجه به نقش انسولین در تنظیم سطح گلوکز خون و این‌که آبزیان از این نظر دچار مشکل هستند، با توجه به شرح بالا و تجربه‌های به‌دست آمده از استخرهای پرورش ماهی سفید که نشان می‌دهد که این ماهی در مراحل لاروی تمایل زیادی به‌مصرف توده‌های گیاهی و جلبک‌های رشته‌ای دارد و این‌که تاکنون با توجه به ترکیب بیو شیمیایی کاهو و تولید زیاد آن، این ماده در جیره آبزیان به‌کار گرفته نشده است، از این رو در این پژوهش سعی شد بکارگیری گیاه کاهو در جیره ماهی سفید در مرحله لاروی مورد ارزیابی قرار گیرد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. محل انجام آزمایش

این آزمایش در آزمایشگاه تکثیر و پرورش آبزیان دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران به مدت ۸ هفته صورت پذیرفت. ماهیان مورد استفاده به‌منظور آماده‌سازی و سازش‌پذیری با محیط جدید به مدت ۱۰ روز داخل مخازن ۵۰۰ لیتری نگه‌داری شدند و با جیره پایه نیز تغذیه شدند. هر واحد آزمایش عبارت بود از یک عدد مخزن پلاستیکی ۸۰ لیتری که تا حجم ۶۰ لیتر آبگیری شده و هوادهی آن با یک هواده صورت گرفت. منبع تامین آب، آب شرب شهری بود که به منظور کلر گیری و هم دماسازی با آب مخازن آزمایشی از یک روز قبل در مخازن ذخیره قرار گرفته و هوادهی شد. تعویض آب در حدود ۴۰ درصد به‌صورت روزانه یک ساعت قبل از شروع غذادهی انجام شد. بدین صورت که ابتدا باقیمانده غذا و فضولات ماهی‌ها از کف مخزن به‌وسیله عمل سیفون کردن خارج شد و سپس به میزان آب خارج شده، آب تازه به درون مخزن به آرامی اضافه شد.

۲.۲. طرح و تیمارهای آزمایش

برای انجام آزمایش چهار جیره آزمایشی

جدول ۱- اجزاء تیمارهای غذایی مورد استفاده بر حسب درصد.

جیره / اجزاء	A (شاهد)	B (٪۴)	C (٪۸)	D (٪۱۲)
پودر ماهی	۴۳/۵	۴۲/۵	۴۱/۵	۴۰/۵
پودر سویا	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
آرد گندم	۱۰/۵	۹	۷/۵	۶
آرد جو	۱۰/۵	۹	۷/۵	۶
آرد ذرت	۵/۲۵	۵/۲۵	۵/۲۵	۵/۲۵
سبوس برنج	۵/۲۵	۵/۲۵	۵/۲۵	۵/۲۵
نشاسته	۲	۲	۲	۲
ملاس چغندر	۲	۲	۲	۲
روغن زیتون	۲	۲	۲	۲
روغن آفتابگردان	۱	۱	۱	۱
مکمل ویتامین و مواد معدنی	۳	۳	۳	۳
کاهو	—	۴	۸	۱۲

ایزوانرژیک و ایزونیتروژنیک در نظر گرفته شد که در قالب طرح کاملاً تصادفی و سه تکرار برای هر تیمار مورد بررسی قرار گرفتند. این جیره ها عبارت بودند از جیره پایه A به‌عنوان تیمار شاهد بدون حضور کاهو و سه جیره آزمایشی B، C و D که به‌ترتیب حاوی ۴، ۸ و ۱۲ درصد برگ خشک شده کاهو بودند که جایگزین پودر ماهی و آرد گندم و آرد جو نسبت به جیره پایه شده بود. پروتئین خام جیره‌ها در حد ۴۰ درصد و میزان انرژی قابل هضم آنها ۳۵۰۰ کیلو کالری به‌ازای هر کیلوگرم جیره در نظر گرفته شد. اجزای جیره‌های آزمایشی برحسب درصد در جدول ۱ بیان شده است.

۳.۲. تهیه جیره های غذایی

برای ساخت پلت‌های غذا متناسب با اندازه ماهی، در ابتدا مواد اولیه پس از خشک کردن توسط آسیاب به آرد تبدیل و سپس برای ساخت پلت مورد استفاده قرار گرفتند. برای استفاده از کاهو به‌عنوان ماده مورد آزمایش در جیره‌های غذایی ابتدا برگ‌های ضایعاتی کاهو جمع‌آوری شد و داخل آون در دمای ۵°C به مدت ۲۴ ساعت خشک گردید و سپس آسیاب شد. پس از آماده سازی مواد اولیه ، میزان آنها در جیره ها محاسبه و با ترازو با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری شده و سپس با یکدیگر مخلوط شدند. سپس میزان لازم روغن و نشاسته و ملاس چغندر پس از وزن کشی با آب مخلوط شد و به مواد قبلی اضافه شدند. پس از تهیه خمیر، از چرخ گوشت با پنجره یا چشمه ۲ میلی‌متر، سه مرتبه عبور داده تا ضمن کامل مخلوط شدن مواد، پلت های با سایز مناسب به‌دست آید. پس از طی فرآیند مذکور پلت‌های حاصل داخل آون در دمای ۷۰°C به مدت ۲۰ ساعت به‌منظور کاهش رطوبت قرار گرفتند. در انتهای کار نیز غذاها داخل فریزر در دمای سردخانه (۱۸- درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند.

۴.۲. اندازه گیری پیراسنجه های کیفی آب

EC، O2، pH و دمای مخازن به‌صورت روزانه با دستگاه Instrument مدل AZ8603 و TDS به‌صورت هفتگی با استفاده از دستگاه WTM مدل Weilheim اندازه گیری شدند. مقدار آمونیاک نیز با استفاده از روش فنات و دستگاه اسپکتروفوتومتر هر دو هفته یک‌بار انجام شد.

۵.۲. ترکیب بیوشیمیایی لاشه

به‌منظور تعیین ترکیب شیمیایی نمونه‌های ماهی، در پایان آزمایش از لاشه کامل ماهیان هر تیمار استفاده شد و برای اندازه‌گیری چربی خام روش سوکسله با حلال هگزان، پروتئین خام روش کلدال و خاکستر با استفاده از کوره مطابق با دستورالعمل AOAC عمل شد.

۶.۲. شرح آزمایش

تعداد ۱۰ قطعه ماهی با متوسط وزن ۲ گرم در هر مخزن ذخیره‌سازی شد و با هدف تعیین مقدار روزانه غذای مصرفی نیز هر دو هفته یکبار ماهیان هر

جدول ۲- میانگین T (دما)، EC و TDS در تیمارهای مختلف مورد بررسی.

تیمار	T (˚C) میانگین±SD	EC (µs/cm) میانگین±SD	TDS (mg/l) میانگین ±SD
A	۲۲/۰۹±۰/۹۱	۶۲۸/۰۳±۴۹	۲۵۵/۸۷±۱۰
B	۲۲/۰۹±۰/۹۱	۶۲۹/۳۸±۴۹	۲۵۵/۳۷±۱۰
C	۲۲/۰۹±۰/۹۱	۶۲۹/۹۶±۴۷	۲۵۶/۰۰±۹
D	۲۲/۰۹±۰/۹۱	۶۳۱/۶۹±۴۸	۲۵۵/۲۵±۹

جدول ۳ – میانگین PH، O2 و آمونیاک در تیمارهای مختلف مورد مطالعه.

تیمار	pH میانگین±SD	O_2 (mg/l) میانگین±SD	NH_3+NH_4 (mg/l) میانگین±SD
A	۸/۴۶±۰/۱۷	۶/۴۷±۱/۲	۰/۶۱۷±۰/۱۱۲
B	۸/۴۷±۰/۱۵	۶/۴۰± ۱/۲	۰/۷۷۶±۰/۱۹۹
C	۸/۴۸±۰/۱۸	۶/۳۸±۱/۲	۰/۶۹۲±۰/۰۸۶
D	۸/۵۱±۰/۲۷	۶/۲۱±۱/۱	۰/۶۸۱±۰/۲۹۳

مخزن مورد وزن‌کشی قرار گرفتند. مقدار غذای روزانه به میزان ۵ درصد زیست‌توده موجود در هر مخزن در نظر گرفته شد که در دو نوبت ساعت‌های ۹ صبح و ۳ بعد از ظهر این کار صورت گرفت. تلفات در هر مخزن نیز از محیط خارج و وزن کشی شد و ماهی هم وزن با هدف حفظ همگنی آزمایش، جایگزین شد. در پایان آزمایش نیز شاخص‌های رشد برای هر تیمار با استفاده از فرمول‌های زیر اندازه‌گیری شد و مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

(Ergun *et al*., 2003)

٪ WG=(وزن نهایی (g)-وزن اولیه(g))/وزن اولیه (g)×۱۰۰

(Ergun *et al*., 2003)

٪ WG=(وزن نهایی (g)-وزن اولیه (g)) / وزن اولیه (g) ×۱۰۰

(Montero *et al*., 2010)

%SGR=

(Ln وزن نهایی-Ln وزن اولیه)/تعداد روزهای پرورش×۱۰۰

(Cabral *et al*., 2011)

FCR=مقدار غذای خشک مصرفی/وزن‌تر تولید شده

(Yang *et al*., 2010)

درصد بقاء=تعداد اولیه/تعداد نهایی×۱۰۰

(Dias *et al*., 2009)

PER=(افزایش وزن (g)/پروتئین مصرفی (g)

WG%: درصد افزایش وزن، SGR%: نرخ رشد ویژه، FCR: ضریب تبدیل غذایی، PER: ضریب بهره وری پروتئین می‌باشد.

۷.۲. تجزیه و تحلیل داده ها

ابتدا، داده ها ی به درصد نرمال‌سازی شد و برای تجزیه و تحلیل داده ها نرم افزار SPSS 17 و به منظور یافتن اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی از آنالیز واریانس یک طرفه ANOVA و برای بررسی وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارهای آزمایشی نسبت به یکدیگر از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P<0.05$) استفاده شد.

۳. نتایج

۱.۳. پیراسنجه‌های فیزیکی و شیمیایی آب

نتایج جداول ۲ و ۳ نشان داد که از نظر تغییرات فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب اختلاف معنی‌داری میان تیمارهای مختلف وجود نداشت و این عملکرد به حفظ همگنی محیط آزمایشی و تاثیر یکسان این عوامل بر تیمارها کمک کرد.

۲.۳. شاخص‌های رشد

نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های رشد مورد بررسی وجود ندارد ($P<0.05$) (جدول ۴). براساس نتایج شاخص‌های ضریب تبدیل غذا (FCR)، ضریب بهره‌وری پروتئین (PER) و درصد افزایش وزن (%WG) در تیمار C بهترین حالت را نشان داد. اما میانگین درصد رشد روزانه (%SGR) در تیمار B از بقیه تیمارها بالاتر بود ولی معنی‌دار نبود. کمترین میزان این شاخص ها نیز مربوط به تیمار D بود. تیمارB کمترین میزان درصد بقا را با عددی در حدود ۶۸ درصد از خود نشان داد. بیشترین درصد بقا را نیز تیمار C با عددی در حدود ۹۴ درصد، به خود اختصاص داد.

۳.۳. ترکیب بیوشیمیایی لاشه در تیمارهای

جدول ۴ – میانگین شاخص‌های رشد در تیمارهای مختلف مورد مطالعه.

تیمار	میانگین وزن اولیه±SD	میانگین وزن نهایی±SD	%WG± SD	%SGR± SD	FCR±SD	PER± SD	درصد بقاء±SD
A	^{a}۲/۰۳±۰/۰۶	^{a}۳/۳۳±۰/۱۰	^{a} ۶۳/۶۵±۰/ ۳۲	^{a}۱/۶۱±/۰۵	^{a}۵/۴۰±۰/۰۳	^{a}۰/۵۲±۰/۰۱	^{a}۸۱/۲۵±۶/۲۵
B	^{a}۲/۳۸±۰/۴۵	^{a}۳/۷۵±۰/۶۸	^{a}۵۸/۱±۷/۵۳	^{a}۱/۷۵±۰/۰۲	^{a}۵/۶۸±۰/۰۷	^{a}۰/۴۹±۰/۰۱	^{a}۶۸/۷۵±۳۱/۲
C	^{a}۲/۰۳±۰/۲۷	^{a}۳/۳۵±۰/۲۸	^{a}۶۶/۴۲±۸/۵۹	^{a}۱/۶۳±۰/۰۹	^{a}۵/۳۵±۰/۶۰	^{a}۰/۵۳±۰/۰۶	^{a}۹۳/۷۵±۶/۲۵
D	^{a}۱/۸۴±۰/۰۳	^{a}۲/۸۹±۰/۱۶	^{a}۵۵/۵۵±۶/۵۵	^{a}۱/۳۷±۰/۱۱	^{a}۶/۱۱±۰/۷۸	^{a}۰/۴۶±۰/۰۶	^{a}۸۱/۲۵±۶/۲۵

میانگین اعداد در یک ردیف با حروف مختلف دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P<0.05$).

جدول ۵ – درصد رطوبت و درصد وزن خشک در تیمارهای مختلف مورد مطالعه.

تیمار	A	B	C	D
رطوبت (٪)±SD	۷۳/۸۸±۲/۲۲ *a*	۷۳/۷۹±۲/۱۱ *a*	۷۳/۵۹±۲/۷۱ *a*	۷۵/۲۳±۱/۲۱ *a*
ماده خشک (٪)±SD	۲۶/۱۲±۲/۲۲ *a*	۲۶/۲۰±۲/۱۱ *a*	۲۶/۴۱±۲/۷۱ *a*	۲۴/۷۷±۱/۲۱ *a*

میانگین اعداد در یک ردیف با حروف مختلف دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P<0.05$).

جدول ۶ – میانگین درصد چربی، خاکستر و پروتئین در ماده خشک در تیمارهای مختلف مورد مطالعه.

تیمار	خاکستر (٪) ± *SD*	پروتئین (٪) ± *SD*	چربی (٪) ± *SD*
A	۹/۰۹±۰/۱۲ *a*	۵۲/۶۷±۱/۳ *a*	۳۲/۳۱±۰/۳۸ *a*
B	۷/۸۷±۰/۳۱ *a*	۵۴/۸۷±۰/۵۳ *a*	۲۹/۴۳±۲/۶۷ *a*
C	۹/۳۶±۰/۱۲ *a*	۵۰/۶۴±۲/۶۲ *a*	۳۲/۲۴±۰/۸ *a*
D	۸/۲۳±۰/۳۱ *a*	۴۴/۹۳±۶/۶۲ *a*	۲۶/۸۱±۲/۷ *a*

میانگین اعداد در یک ردیف با حروف مختلف دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P<0.05$).

مختلف

تجزیه لاشه ماهیان در پایان آزمایش نشان داد که تیمارهای A و B و C از لحاظ درصد رطوبت بسیار نزدیک به هم بودند ولی لاشه ماهیان مربوط به تیمار D درصد رطوبت بیشتری را نسبت به دیگر تیمارها از خود نشان داد. ولی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P<0.05$) (جدول ۵).

نتایج حاصل از تعیین میزان چربی نشان داد که تیمار A و C بیشترین مقدار چربی را در ماده خشک داشتند ولی از نظر میزان پروتئین تیمار B بیشترین مقدار را به ثبت رساند. در این دو فاکتور تیمار D کمترین مقدار را از خود نشان داد.

۴. بحث و نتیجه گیری

منابع غذایی گیاهی به‌دلیل هزینه کم و در دسترس بودن، به‌عنوان نیاز ضروری در جهت توسعه متداوم آبزی‌پروری تلقی می‌شوند (Gatlin *et al.*, 2007; Glencross *et al.*, 2007) و تاکنون تحقیقات بسیاری در جهت ورود این منابع به جیره غذایی آبزیان شده است و در این مسیر موفقیت‌هایی نیز به‌دست آمده است. در آزمایشی سه منبع پروتئینی گیاهی شامل خردل، کنجد و برزک تا میزان ۲۵/۵ درصد با موفقیت در جیره ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) به کار برده شد (Jouncey and Hossain, 1989). در کاری دیگر که توسط Rehman و همکاران (۲۰۱۳) انجام شد نیز نتایج مطلوبی از این جایگزینی ها به‌دست آمد. منابع گیاهی دارای کاستی‌هایی از قبیل محدودیت‌های پروتئینی و امینواسیدهایی نظیر لایزین، متیونین و سیستئین هستند و همچنین حاوی برخی فاکتورهای ضد تغذیه‌ای می‌باشند که بر عملکردهای رشد ماهی اثر منفی می گذارد (Gatlin *et al.*, 2007; Jackson *et al.*, 1982).

در بررسی حاضر و با توجه به نتایج تیمار C که در آن به میزان ۸ درصد پودر برگ خشک شده کاهو استفاده شد، از نظر شاخص‌های رشد و همچنین درصد زنده‌مانی عملکرد بهتری از خود نشان داد. کاهش فاکتورهای رشد در تیمار D می‌تواند ناشی از این باشد که با افزایش مقدار کاهو در جیره، میزان فیبر خام جیره بالا رفته است. فیبر بیش از حد در جیره غذایی ماهی از طرفی موجب کاهش مصرف غذا به‌دلیل خوش‌خوراکی کم و از طرفی باعث افزایش سرعت عبور غذا از دستگاه گوارش و در پی آن هضم ناقص و دریافت مواد مغذی کمتر از غذا می‌شود (Cheng and Hardy, 2002). با توجه به این‌که اختلاف معنی‌دار میان شاخص‌های رشد تیمارهای مختلف مشاهده نشد،

می‌توان گفت که به کار بردن پودر برگ کاهو در جیره ماهی سفید تا سطوح ۸ و یا حتی ۱۲ درصد نه تنها اثر چندان منفی بر روی عملکردهای تغذیه‌ای این ماهی نمی‌گذارد، بلکه باعث کاهش هزینه تولید غذا در سطح تجاری نیز می‌شود. مطالعات انجام شده در ارتباط با جایگزینی پودر سویا و کلزا به‌جای پودر ماهی در سایر ماهیان حد کاربرد این مواد را مورد تایید قرار داده است (Mazurkiewicz, 2009; Dias *et al*., 2009).

آنالیز ترکیبات لاشه درصد رطوبت بالاتری را در تیمار D (۱۲درصد کاهو) نسبت به دیگر تیمارها نشان داد. با این توضیح که کمترین میزان چربی نیز مربوط به همین تیمار بود. این نتیجه با آزمایش Hasan و همکاران (۱۹۹۷) نیز همخوانی دارد. آنها در بررسی که انجام دادند بیشترین مقدار رطوبت و همچنین کمترین میزان چربی لاشه را در تیماری به‌دست آوردند که در جیره غذایی آن به میزان ۲۵ درصد از برگ خشک شده گیاه Leucaena که از خانواده بقولات است، استفاده شده بود. میزان رطوبت در لاشه ماهیان و همچنین چربی اغلب اوقات بیشتر از ترکیبات دیگر نوسان دارند و معمولاً روند تغییرات این دو ماده در یک لاشه عکس یکدیگر است. به نحوی که افزایش یکی از آنها کاهش دیگری را به همراه دارد (Hasan *et al*., 1997; Atack *et al*., 1979).

در میزان پروتئین اما بیشترین مقدار مربوط به تیمار B بود و کمترین آن نیز مانند درصد چربی به تیمار D مربوط می‌شد. با توجه به میزان پروتئین می‌توان بیان داشت که با افزایش سهم کاهو در جیره تقریباً یک شیب نزولی در این فاکتور در تیمارهای مختلف به‌وجود آمده است. این نتیجه می‌تواند به این دلیل باشد که هرچقدر سهم کاهو در جیره بالاتر رفته، پروتئین قابل هضم جیره حاصل کمتر شده است. اما به‌طور کلی اختلاف معنی‌داری در سطوح رطوبت، چربی و پروتئین خام لاشه ماهیان مربوط به تیمارهای مختلف مشاهده نشد.

بررسی میزان خاکستر در لاشه ماهیان نتایج کاملاً متفاوتی به‌دست آمد و میان تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار نشان داده شد. به‌طوری که میزان این فاکتور در تیمار C از بقیه تیمارها بالاتر بود و همچنین در تیمار D نیز این ماده مانند بقیه مواد کمترین مقدار را داشت و حداقل از تیمار B بالاتر بود. این امر می تواند نشان دهنده این باشد که به دلیل بالا بودن مقدار مواد معدنی در کاهو، هر چقدر ماهیان از این ماده بیشتر مصرف کرده‌اند درصد خاکستر در لاشه بدنی آنها بالاتر رفته است.

در برخی بررسی ها به کار بردن مواد گیاهی در جیره تاثیر معنی‌داری روی ترکیبات لاشه نداشته است (Koprucu and Sertel, 2012). اما در برخی دیگر از مطالعات این ترکیبات به کار رفته در جیره، روی ترکیبات لاشه‌های مربوط به تیمارهای مختلف تاثیرگذار بوده‌اند (Abdel-Hakim *et al*., 2008; Dias *et al*., 2009). این نتایج نشان دهنده این مطلب هستند که نوع ماده اولیه و هم چنین میزان استفاده شده از آن در جیره غذایی ماهی می‌تواند تعیین کننده باشد و میزان تاثیر گذاری متفاوتی در ترکیبات لاشه ماهیان تغذیه شده از این جیره‌ها را از خود بروز دهد.

نتایج نشان داد که ماهی سفید قابلیت استفاده از مواد با منشاء گیاهی بیشتری در جیره غذایی خود را دارد. از این‌رو می‌توان بیان داشت که که کاهو قابلیت این را دارد که تا سطح ۸ تا ۱۲ درصد وارد غذای ماهی سفید شود، بدون این‌که تاثیر منفی روی رشد مطلوب این ماهی در مرحله لاروی بگذارد. این کار می‌تواند از دو جهت (۱) استفاده بهینه و حداکثری از منابع موجود و کمترین دورریز آنها و (۲) تولید غذای ماهی با هزینه کمتر سودمند باشد. البته تعیین سطوح مطلوب این ماده در جیره ماهی سفید و یا حتی منابع غذایی گیاهی دیگر نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد که متاسفانه تاکنون مطالعات کمی در این زمینه صورت گرفته است.

References

Abdel-Hakim, N.F., Lashin, M.E., Al-Azab, AA., Nazmi, H.M. 2008. Effect of replacement soybean meal by other plant sources in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) diet on digestibility of nutrients using fiber or ash markers. *International Symposium on Tilapia in Aquaculture*.

Abdolhay, H.A., Daud, S.K., Ghilkolahi, S.R., Pourkazemi, M., Siraj, S.S., Satar, M.K.A. 2011. Fingerling production and stock enhancement of Mahi Sefid (*Rutilus frisii kutum*) lessons for others in the south of Caspian Sea. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 21, 247-257.

Abdel-Hakim, N.F., Lashin, M.E., Al-Azab, AA., Nazmi, H.M. 2008. Effect of replacement soybean meal by other plant sources in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) diet on digestibility of nutrients using fiber or ash markers. *International Symposium on Tilapia in Aquaculture*.

Abdolhay, H.A., Daud, S.K., Ghilkolahi, S.R., Pourkazemi, M., Siraj, S.S., Satar, M.K.A. 2011. Fingerling production and stock enhancement of Mahi Sefid (*Rutilus frisii kutum*) lessons for others in the south of Caspian Sea. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 21, 247-257.

Afraei-Bandpei, M., Mashhor, A.M., Abdolmaleki, S.H., Najafpour, S.H., Bani, B., 2011. The environmental effect on spawning time, length at maturity and fecundity of Kutum (*Rutilus frisii kutum*) in southern part of Caspian Sea, Iran. *Iranian Journal of Energy and Environment*, 2 (4), 374-381.

AOAC (Association of Official Analyatical Chemists). 1998. Official Methods of Analysis, 16th ed. AOAC, Washington, DC, USA. 1141 p.

Atack, T.H., Jauncey, K., Matty, A.J. 1979. The utilization of some single cell protein by fingerling mirror carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture*, 18, 337-348.

Bartley, D., Rana, K J. 1998. Evaluation of artificial rehabilitation of the Caspian Sea fisheries and genetic resources management. FAO Report Prepared for the SHILAT (Fisheries Department).

Burel, C., Boujard, T., Kaushik, S.J., Boeuf, G., Van Der Geyten, S., 2000. Potential of plant – protein sources as fish meal substitutes in diets for turbot (*Psetta maxima*): growth, nutrient utilization & thyroid status. *Aquaculture Journal*, 188, 363-382.

Cabral E.M., Bacelar, M., Batista, S., Castro-Cunha, M., Ozario R.O.A., Valente L.M. P. 2011. Replacement of fishmeal by increasing levels of plant protein blends in diets for senegales sole *(Soleasene galensis)* juveniles. *Journal of Aquaculture*, 322-323, 74-81.

Cheng, Z.J., Hardy, R.W. 2002. Apparent digestibility coefficients and nutritional value of cotton seed meal for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 212, 361-372.

Dias, J., Conceicao, L., Ribeiro, A.R., Borges, P., Valente, L., Dinis, M. 2009. Practical diet with low fish – derived protein is able to sustain growth performance in gilthead seabream (*Sparus aurata*) during the growout phase. *Aquaculture Journal*, 293, 255-262.

Ergun, S., Yigit, M., Turker, A. 2003. Growth and feed consumption of young rainbow trout exposed to different photoperiods. *Israeli Journal of Aquaculture, Bamidge* 55 (2), 132-138.

Gatlin, D.M., Barrows, F.T., Brown, P., Dabrowski, K. Gaylord, T.G., Hardy, R.W., Herman, E., Hu, G., Krogdahl, A., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealey, W., Skonberg, D., Souza, E. J., Stone, D., Wilson, R., Wurtele, E. 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture Research*, 38, 351-579.

Glencross, B.D., Booth, M., Allan, G.L. 2007. A feed is only as good as its ingredients – a review of ingredient evaluation strategies for Aquacfeeds. *Aquaculture Nutrition*, 13, 17-34.

Goddard, S. 2001. Feed management in intensive aquaculture. Chapman Hal, London.

Hasan, M.R., Macintosh, D.J., Jauncey, K. 1997. Evaluation of some plant ingredients as dietary protein sources for common carp *(Cyprinus carpio)* fry. *Aquaculture*, 151, 55-70.

Hossain, M. A., Jouncey, K. 1989. Nutritional evaluation of some Bangladeshi oilseeds meals as partial substitutes for fish meal in the diet of common carp (*Cyprinus carpio L.*). *Aquaculture and Fishery Management*, 20, 225-260.

Hosseini, S.A., Saad, C.R., Bourani, M.S., Daud, H. M., Harmin, S.A., Zokaei Far, H., Abdi, H. 2011. Ionic regulation ability in (*Rutilus frisii kutum*) fingerling during sea water adaptation. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 6(7), 728-739.

Jackson, A.J., Capper, B.S., Matty, A.J. 1982. Evaluation of some plant proteins in complete diets for the tilapia (*S. mossambicus*). *Aquaculture*, 27, 97-109.

Koprucu, K., Sertel, E. 2012. The effect of less-expensive plant protein sources replaced with soybean meal in the juvenile diet of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*): growth, nutrient utilization and body composition. *Aquaculture*, 20, 399-412.

Mazurkiewicz, J. 2009. Utilization of domestic plant components in diets for common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Archives of Polish Fisheries*, 17, 5-39.

Manafi Havigh, Z., Valipour, A.R., Javaheri, M., Talebi Haghighi, D. 2011. Effect of replacement fish meal by soybean meal on growth and survival of Kuttum (*Rutilus frisii kutum*). *Journal of fisheries, Azad University, Azadshahr Branch*, 5(2), 57-64.

Montero, D., Mathlouthi, F., Tort, L., Afonso, J.M., Torrecillas, S., Fernandez-Vaquero, A., Negrin, D., Izquierdo, M.S. 2010. Replacement of dietary fish oil by vegetable oils affects humoral immunity and expression of pro-inflammatory cytokines genes in gilthead sea bream *(Sparus aurata)*. *Journal of Fish and Shellfish Immunology*, 29, 1073-1081.

Mulabagal, V., Ngouajio, M., Nair, A., Zhang, Y., Gottumukkala, A., Nair, M. 2010. In vitro evaluation of red and green lettuce (*Lactuca sativa*) for functional food properties. *Food Chemistry Journal*, 118, 300-306.

Neverian, H.A., Mostafazadeh, S., Toluei, M.H. 2005. A study on various protein levels on growth indices (SR, WG, RGR, FCR and PER) of *Rutilus frisii kutum* Kamenskii 1901 (Advanced fry). *Journal of Pajouhesh and*

Sazandegi, 68, 61-68.

Rehman, T., Asad, F., Qureshi, N.A., Iqbal, Sh. 2013. Effect of plant feed ingredients (soybean and sunflower meal) on the growth and body composition of (*Labeo rohita)*. *American Journal of Life Sciences*, 1(3), 125-129.

Robaina, L., Izquierdo, M.S., Moyano, F.J., Socorro, J., Vergara, J.M., Montero, D., Fernandez Palacios, H. 1995.soybean and Lupin seed meals as protein – sources in diets for gilthead seabream *(Sparus aurata*) Nutritional and histological implications. *Aquaculture Journal*, 130, 219-233.

Salehi, H., 1999. A strategic analysis of carp culture development in Iran. Ph.D. Thesis. University of StirLing, UK. 328 p.

Santigosa, E., Sanchez, J., Medale, F., Kaushik, S., Perez-Sanchez, J., Gallardo, M.A. 2008. Modification of digestive enzymes in trout (*Oncorhynchus mykiss*) and sea bream (*Sparus aurata*) in response to dietary fish meal replacement by plant protein sources. *Aquaculture Journal*, 282, 68-74.

Valipour, A.R., Khanipour, A.A., 2009. Kutum (*Rutilus frisii kutum*) the Jewel of the Caspian Sea. Iranian fisheries research organisation, Tehran, Iran. 97 p.

Valipour, A.R., Khanipour, A.A. 2010. Kutum, jewel of the Caspian Sea. Iranian fisheries research organization Caspian environment program. 95 p.

Yang, H.G., Liu, Y.J., Tian, L.L., Liang, Y.G., Lin, H.R. 2010. Effects of supplemental Lysin and Methionine on Growth Performance and body composition for Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Agricultural and Biological*, 5(2), 222-227.