اثر چغندر لبویی (*Beta vulgaris*) و کلم برگ قرمز (*Brasissica oleracea*) بر شاخص‌های رشد ماهی گلدفیش (*Carassius auratus*)

مژگان خدادادی[1*]، مریم شاپوری[2]، مهران جواهری بابلی[3] و راضیه علمداری[4]

۱، ۳ و ۴- گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۲- گروه منابع طبیعی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۰۵ تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۱۱/۲۷

چکیده

در این تحقیق، تأثیر خوراکی چغندر لبویی (*Beta vulgaris*) و کلم برگ قرمز (*Brasissica oleracea*) که دارای بتاکاروتن طبیعی می‌باشند، بر روی رشد ماهی گلدفیش (*Carassius auratus*) با سطوح مشخص (۱، ۳ و ۵ درصد) مورد مطالعه قرار گرفته است. ۱۲۰ عدد ماهی گلدفیش با میانگین وزنی ۰/۰۰۸±۵/۱۴ گرم به صورت تصادفی در دوازده آکواریوم معرفی و در سه گروه و هر گروه با سه تکرار مورد آزمایش قرار گرفت. در پایان دوره شصت روزه پرورش، شاخص‌های رشد در ماهی‌های تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی بررسی شد. مقایسه میانگین صفات در تیمارهای مختلف نشان داد که تیمار حاوی یک درصد چغندر لبویی، بیشترین افزایش وزن و بهترین ضریب رشد ویژه را داشت و اختلاف معنی‌دار بین تیمارها مشاهده شد (P<۰/۰۵) ولی افزایش وزن و ضریب رشد ویژه تیمار حاوی یک درصد چغندر لبویی با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت (P≥۰/۰۵). بیشترین میزان غذای مصرفی در ماهیان تغذیه شده با تیمار ۵ درصد کلم و کمترین آن در تیمار یک درصد چغندر لبویی مشاهده شد، در حالی که بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P≥۰/۰۵). کمترین میزان ضریب تبدیل غذایی در ماهیان تغذیه شده با جیره یک درصد چغندر لبویی بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با ماهیان تیمار ۵ درصد کلم برگ قرمز معادل با بیشترین میزان ضریب تبدیل غذایی، داشت (P<۰/۰۵).

واژگان‌کلیدی: ماهی طلایی (*Carassius auratus*)، چغندر لبویی، کلم برگ قرمز، رشد

* **نگارنده پاسخگو**: mkhodadadi@gmail.com

مقدمه

تکثیر و پرورش ماهیان زینتی طی چند دهه‌ی اخیر در ایران توسعه‌ی چشمگیری یافته است، به طوری که در حال حاضر این صنعت سهم به سزایی در ایجاد اشتغال، تجارت داخلی و خارجی داشته و هر ساله گونه‌های جدید و ارزشمندی وارد ایران می‌شود. بخش اعظم پرورش ماهیان زینتی در ایران مربوط به گونه‌های آب شیرین است. استان‌های مرکزی، اصفهان و تهران نقش عمده‌ای در زمینه‌ی پرورش ماهیان آکواریومی دارند و بزرگترین تولیدکنندگان ماهیان زینتی در ایران محسوب می‌شوند (رحمتی هولاسو، ۱۳۸۹).

ماهی گلدفیش *Carassius auratus* از خانواده کپورماهیان (Cyprinidae) است که یکی از بزرگترین و زیباترین خانواده‌های ماهیان آکواریومی محسوب می‌شود و ماهیانی نسبتاً پرتحرک می‌باشند (هاشمی، ۱۳۸۸). تغذیه کافی از دیرباز به عنوان یک عامل حیاتی برای حفظ سلامت حیوانات و توانایی آنها برای مبارزه با بیماری است. حضور کاروتنوئیدها در بدن ماهی هم از جهت ایجاد رنگ در عضلات و پوست ماهی و هم از جهت افزایش ایمنی و مقاومت در برابر استرس‌های محیطی ارزشمند (Kop & Durmaz, 2008). کاروتنوئیدها که به طور عمده در گیاهان و فیتوپلانکتون وجود دارد به دو گروه کاروتن (Carotene) و زانتوفیل (Xanthophylls) تقسیم بندی می‌شوند. اگرچه بیش از ۶۰۰ نوع کاروتنوئید در طبیعت یافت شده است، اما تعداد کمی از آنها به عنوان ماده افزودنی در غذای جانوران، داروها، مواد آرایشی و رنگ غذا مورد استفاده قرار می‌گیرند (Bricaud *et al*., 1988). کاروتنوئیدها از بهترین آنتی اکسیدان های طبیعی هستند. بتاکاروتن که از آنتی اکسیدان های بسیار مهم است، اصلی‌ترین کارتنوئیدی است که از چغندر استخراج می‌شود. بتاکاروتن‌ها در بدن آبزیان به آرامی جذب می‌شوند و با ضریب بسیار پایینی به آستاگزانتین تبدیل می‌شوند (Abalde & Fabregas, 1991). چغندر با نام علمی *Beta vulgaris* گیاهی است دو ساله دارای برگ‌های پهن چین‌دار سبز تیره که به طور مستقیم از ریشه خارج می‌شوند، به طور طبیعی حاوی رنگدانه بتاکاروتن و مواد محرک ایمنی، پلی‌ساکاریدها، آهن و روی (Qureshi & Ali, 1996) و مقداری ویتامین C و ویتامین E نیز می‌باشد. ویتامین C نیز به نوبه خود باعث افزایش ایمنی و مقاومت بر علیه بیماری‌ها می‌شود. همچنین ویتامین E خود به عنوان آنتی اکسیدان زیست شناختی غیر اختصاصی عمل نموده و فسفولیپیدهای حیاتی را از آسیب پراکسیداتیو حفظ می‌نماید و خاصیت ضد سرطانی دارد (سوآین و همکاران، ۱۳۸۸). در هر صد گرم قسمت قابل خوردن ریشه چغندر لبو، میزان آب ۸۷ گرم، پروتئین ۱/۶ گرم، مواد چرب ۰/۱ گرم، مواد قندی و هیدرات‌های کربن ۹/۹ گرم، خاکستر ۱/۱ گرم، کلسیم ۱۶ میلی‌گرم، فسفر ۳۳ میلی‌گرم، آهن ۰/۷ میلی‌گرم، سدیم ۶۰ میلی‌گرم، پتاسیم ۳۳۵ میلی‌گرم، تیامین ۰/۰۳ میلی‌گرم، رایبوفلاوین ۰/۰۵ میلی‌گرم، نیاسین ۰/۴ میلی‌گرم و ویتامین C۱۰ میلی‌گرم وجود دارد (میر حیدر، ۱۳۷۳). همچنین کلم، با نام علمی *Brasissica oleracea* گیاهی است با تنوع زیاد، از خانواده Brassicaceae که کاشت و برداشت آن به ۶۰۰ سال قبل از میلاد در یونان بر می‌گردد. این سبزی حاوی ویتامین‌های A، B، C، E و مواد معدنی متعددی مانند کلسیم، منیزیم، گوگرد، سدیم، فسفر و مقدار کمی مس و روی است. در ضمن کلم منبع غنی‌ای از آهن، اسید فولیک و کلروفیل است، از مهم‌ترین خواص این خانواده می‌توان به تأثیر آنها در پیشگیری از سرطان اشاره کرد. ویتامین C، بتاکاروتن و ایندول (Indole) موجود در انواع کلم در ایجاد خاصیت ضد سرطانی آن نقش دارد و این خاصیت ضد سرطانی به دلیل وجود مواد آنتی اکسیدان بیشتر می‌باشد (مهرین، ۱۳۸۸؛ سوآین و همکاران، ۱۳۸۸).

در ارتباط با مطالعاتی که در سایر موجودات باعث

ایجاد تغییر رنگ شده است می‌توان به بررسی Lorenz در سال ۱۹۹۸ و Booth و همکاران در سال ۲۰۰۴ که گزارش دادند آستاگزانتین به طور مؤثری بر رنگ پوست ماهی سیم قرمز و سرخو استرالیایی مؤثر است و رنگ قرمز ایجاد می‌کند، اشاره نمود.

هدف از این تحقیق، ارزیابی استفاده از درصدهای متفاوت چغندر و کلم برگ قرمز به عنوان ماده غذایی در تغذیه عملی ماهیان گلدفیش ۵ گرمی در آکواریوم و تأثیر آن بر روی فاکتورهای رشد است و با استفاده از درصدهای متفاوت چغندر و کلم برگ قرمز و در نهایت اندازه‌گیری پارامترهای رشد مانند ضریب رشد ویژه (Specific Growth Rate (SGR))، وزن نهایی ماهی، میزان غذای مصرفی، بازماندگی، ضریب تبدیل غذایی (Feed Conversion Ratio (FCR))، افزایش وزن بدن و شاخص وضعیت (Condition Factor (CF)) صورت می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

چغندر لبویی و کلم برگ‌قرمز از بازار تهیه شد، پس از شستشوی کامل، ریز و خشک شد و در سایه با دستگاه میکسر برقی پودر گردید. سپس پودر بدست آمده در نایلون‌های مخصوص نگهداری مواد غذایی، در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در یخچال تا هنگام مصرف نگهداری شد. در فروردین‌ماه ۱۳۹۰ تعداد ۱۲۰ عدد ماهی گلدفیش با بدنی طلایی رنگ و با میانگین وزنی ۵/۱۴±۰/۰۰۸ گرم و کاملاً سالم، بدون در نظر گرفتن جنسیت از مرکز تکثیر ماهیان زینتی آرنگ ماهی لیان در استان بوشهر خریداری و توسط کیسه‌های مخصوص حمل و نقل به آزمایشگاه هیدروبیولوژی دانشگاه آزاد اهواز منتقل شدند. ماهیان به مدت ۶۰ دقیقه در محیط جدید به منظور سازگاری نگهداری شدند و سپس به طور تصادفی در ۱۲ آکواریوم با دمای ۲۲ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد که از قبل ضدعفونی و آماده شده بودند، رهاسازی شدند و به مدت یک هفته با خوراک بیومار تغذیه شده و پس از سازگاری با محیط، تیمار بندی شدند. ماهی‌ها به طور تصادفی به سه تیمار در سه تکرار در ۱۲ آکواریوم تقسیم‌بندی شدند. تیمار اول شامل ماهیان تغذیه شده با خوراک حاوی چغندر در سه میزان مختلف جیره غذایی (۱، ۳ و ۵ درصد)، تیمار دوم شامل ماهیان تغذیه شده با خوراک حاوی کلم برگ قرمز در سه میزان مختلف جیره غذایی (۱، ۳ و ۵ درصد) و تیمار سوم ماهیان تغذیه شده با خوراک معمولی (بیومار بدون افزودنی غذایی) بود.

غذادهی ماهی‌ها

ماهی‌های هر تیمار با خوراک در نظر گرفته شده به صورت روزانه در دو نوبت (۱۰ صبح و ۱۷ عصر) تغذیه گردیدند. غذادهی برحسب ۵ درصد وزن بدن به مدت ۶۰ روز انجام شد. تعویض روزانه آب به مقدار ۱۰ درصد صورت گرفت و آکواریوم‌ها دو نوبت در روز و ۳۰ دقیقه بعد از هر وعده غذایی تمیز شدند (غیاثوند و شاپوری،۱۳۸۷).

تهیه خوراک حاوی چغندر لبویی و کلم برگ‌قرمز

پودر کلم‌برگ‌قرمز و پلت تجاری با کمک ترازوی دیجیتال با دقت یک صدم گرم توزین شدند. خوراک بیومار مخصوص ماهی‌های گلدفیش (همه چیزخوار)، با اضافه نمودن آب مقطر به صورت خمیر درآورده شد. سپس میزان مورد نیاز از پودر چغندر و پودر کلم برگ قرمز بر اساس تیمارهای مورد بررسی به خوراک اضافه گردید و در دستگاه مخلوط‌کن الکتریکی به صورت کاملاً همگن درآمدند، خمیرهای حاصله با مقداری روغن در دستگاه چرخ گوشت ریخته شده و پلت‌هایی به قطر ۲ میلی‌متر تهیه شدند. بعد از تهیه هر جیره، دستگاه چرخ گوشت کاملاً شسته و خشک می‌شد تا از مخلوط شدن مواد غذایی جلوگیری شود (Leatherland & Hilton, 1988). پلت‌های آماده شده به مدت ۷۲ ساعت در دمای اتاق و روی صفحات یونولیتی قرار داده شدند تا خشک شوند (Thiessen) .

et al., 2004 پلیت های در حال خشک شدن به صورت دستی خرد گردیدند تا اندازه مناسب پیدا نمایند. بعد از خشک شدن کامل پلت‌ها، میزان یک کیلوگرم پلت خشک از هر جیره و در مجموع حدود شش کیلوگرم غذا تهیه شد. جیره‌های تهیه شده در داخل کیسه‌های مخصوص غذای ماهی درون کمدهای فلزی و به دور از نور خورشید تا زمان استفاده نگهداری شد.

بررسی شاخص‌های تغذیه‌ای و رشد

در انتهای دوره از هر آکواریوم چهار ماهی به صورت تصادفی انتخاب و زیست سنجی (طول کل بدن و وزن نهایی) انجام گرفت. اندازه‌گیری وزن بدن به وسیله ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم و اندازه‌گیری طول کل بدن به وسیله تخته استاندارد اندازه‌گیری و اعداد مربوط به هر تیمار ثبت شدند. اندازه‌گیری طول کل (Total Length) با سنجش از نوک پوزه تا انتهای باله دمی بر حسب میلی‌متر انجام گرفت و شاخص‌های رشد (وزن نهایی، افزایش وزن بدن، رشد ویژه، فاکتور وضعیت، ضریب تبدیل غذایی، میزان مصرف غذا و درصد بقا) محاسبه شد.

افزایش وزن بدن (Body Weight Increase)

میزان افزایش وزن بدن (BWI)، در پایان هر دوره توسط توزین بچه ماهی‌ها، در ابتدا و انتهای دوره پرورش صورت گرفت (یاراحمدی و همکاران، ۱۳۸۴).

(۱)

BWI = ((وزن نهایی – وزن اولیه) / وزن اولیه) ×۱۰۰

افزایش طول (Length Gain)

این شاخص نمایان‌گر میزان رشد ظاهری و طولی ماهی‌ها در طول دوره پرورش ماهی‌ها می‌باشد.

(۲)

LG=(میانگین طول ثانویه- میانگین طول اولیه)

شاخص وضعیت یا ضریب چاقی (Condition Factor)

فاکتور وضعیت با استفاده از فرمول (۳) محاسبه شد:

$$CF = (W/L^3) \times 100 \qquad (۳)$$

در این فرمول L طول کل ماهی به سانتی‌متر و W وزن کل ماهی به گرم می‌باشد.

ضریب تبدیل غذایی (Feed Conversation Ratio)

ضریب تبدیل غذایی نشان می‌دهد که چه مقدار از غذای مصرف شده صرف افزایش وزن ماهی شده است. این ضریب با استفاده از فرمول (۴)، برای فواصل بین دو زیست سنجی و کل دوره آزمایشی محاسبه می‌گردد.

(۴)

FCR= (مقدار غذای مصرف شده در طول دوره بر حسب گرم) / (افزایش وزن بدن در طول دوره بر حسب گرم)

ضریب رشد ویژه (Specific Growth Ratio)

ضریب رشد ویژه توسط فرمول (۵) محاسبه شد:

SGR= ((Ln W_f – Ln W_i)/ (دوره پرورش به روز ×۱۰۰

LnW_f = لگاریتم وزن نهایی (گرم)

LnW_i = لگاریتم وزن اولیه (گرم)

مصرف غذای روزانه (Daily Feeding Consumption)

این نسبت بیانگر میزان غذای مصرف شده بر حسب گرم، به تعداد روزهای پرورش یعنی ۶۰ روز می‌باشد.

(۶)

DFC= (تعداد روزهای پرورش/ غذای مصرف شده (گرم)) ×۱۰۰

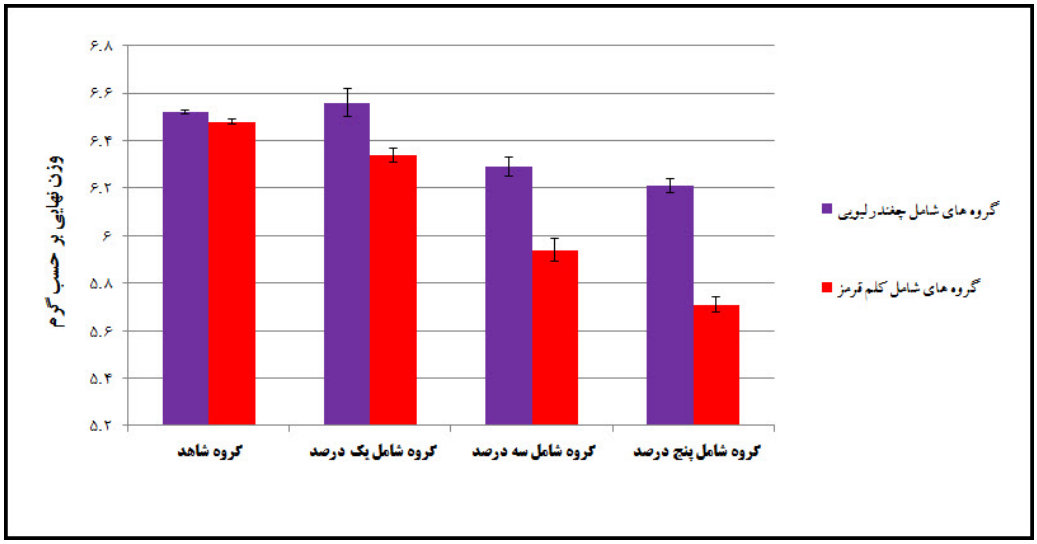
آنالیز آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌های رشد، تغذیه و بازماندگی از آنالیز واریانس یک‌طرفه و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۰/۰۵ درصد (به کمک نرم افزار SPSS) استفاده شد. قبل از تجزیه واریانس، نرمال بودن داده‌ها با استفاده از

آزمون شاپیرو- ویلک و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون بررسی گردید.

نتایج

بر اساس نتایج به دست آمده، در طول شصت روز، وزن گروه‌های تیمار از وزن اولیه ۵/۱۴±۰/۰۰۸ به متوسط وزن ۶/۲۷±۰/۸۳ گرم رسیدند. بیشترین رشد مربوط به تیمار ۱ درصد چغندر بود که در طول دوره پرورش به وزن ۶/۵۶±۰/۰۶ گرم رسید. کمترین رشد مربوط به تیمار ۵ درصد کلم و معادل ۵/۷۱±۰/۰۳ گرم بود. طبق نتایج به‌دست آمده، تیمار ۱ درصد کلم اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد داشت ($P<0/05$). هیچ اختلاف معنی‌داری بین وزن نهایی ماهیان تغذیه شده با جیره ۱ درصد چغندر و گروه شاهد مشاهده نشد ($P\geq0/05$) (شکل ۱).



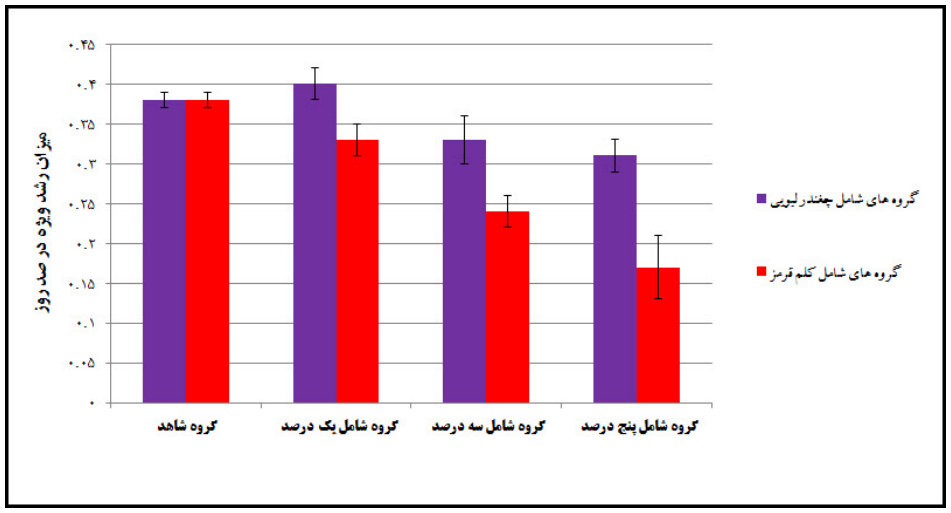
شکل ۱- مقایسه میانگین و انحراف معیار اثر سطوح مختلف کلم قرمزو چغندر لبویی در جیره غذایی برافزایش وزن نهایی بدن ماهی گلدفیش

میزان رشد ویژه

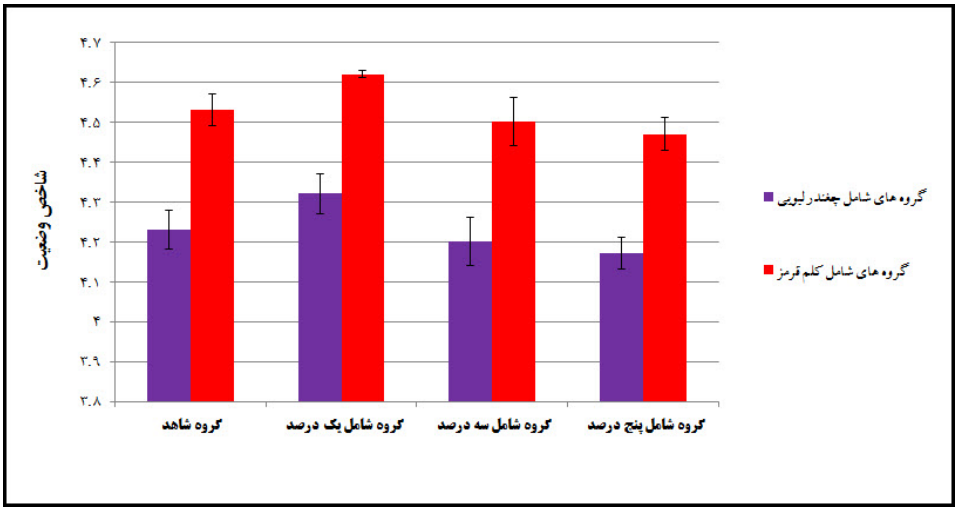
همان‌گونه که در شکل (۲) مشاهده می‌گردد، ضریب رشد ویژه با افزایش چغندر و کلم در جیره (به استثنای جیره ۱ درصد چغندر) کاهش یافت، با این وجود اختلاف معنی‌داری در بین ماهیان تیمارهای تغذیه شده با چغندر و گروه شاهد مشاهده وجود داشت ($P<0/05$). همچنین جیره‌های تغذیه شده با کلم اختلاف معنی‌داری را با گروه شاهد نشان دادند ($P<0/05$). تیمار تغذیه شده با ۱ درصد چغندر دارای بیشترین ضریب رشد ویژه و یا به عبارتی بیشترین رشد روزانه است.

شاخص وضعیت

بررسی شاخص وضعیت یا ضریب چاقی بین تیمارهای آزمایشی چغندر، تیمار ۱ درصد چغندر با بقیه گروه‌ها اختلاف معنی‌داری نشان داد ($P\leq0/05$). همان گونه که در شکل (۳) قابل مشاهده است، گروه شاهد و گروه تیمار ۱ درصد کلم اختلاف معنی‌داری ندارند ($P\geq0/05$) ولی با بقیه گروه‌ها دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P<0/05$). بهترین شاخص وضعیت بر اساس شکل (۳)، مربوط به تیمار ۱ درصد کلم قرمز معادل ۴/۶۲±۰/۰۱ و کمترین شاخص وضعیت در تیمار ۵ درصد چغندر لبویی معادل ۴/۱۷±۰/۰۴ می‌باشد.



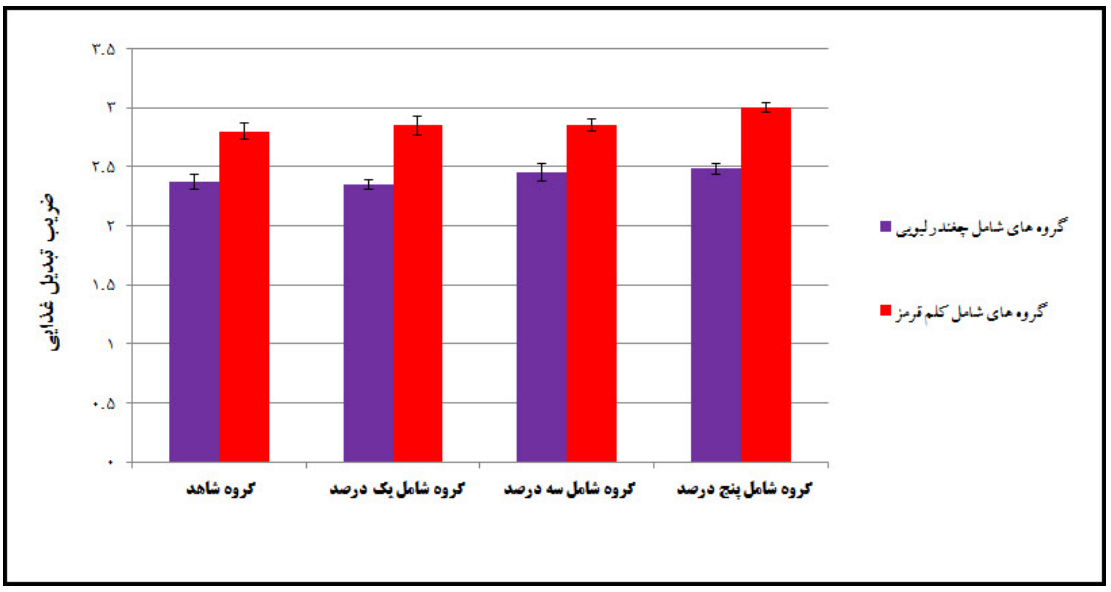
شکل۲- مقایسه میانگین و انحراف معیار اثر سطوح مختلف کلم قرمز و چغندر لبویی در جیره غذایی بر میزان رشد ویژه ماهی گلدفیش



شکل۳- مقایسه میانگین و انحراف معیار اثر سطوح مختلف کلم قرمز و چغندر لبویی در جیره غذایی بر شاخص وضعیت ماهی گلدفیش

ضریب تبدیل غذایی

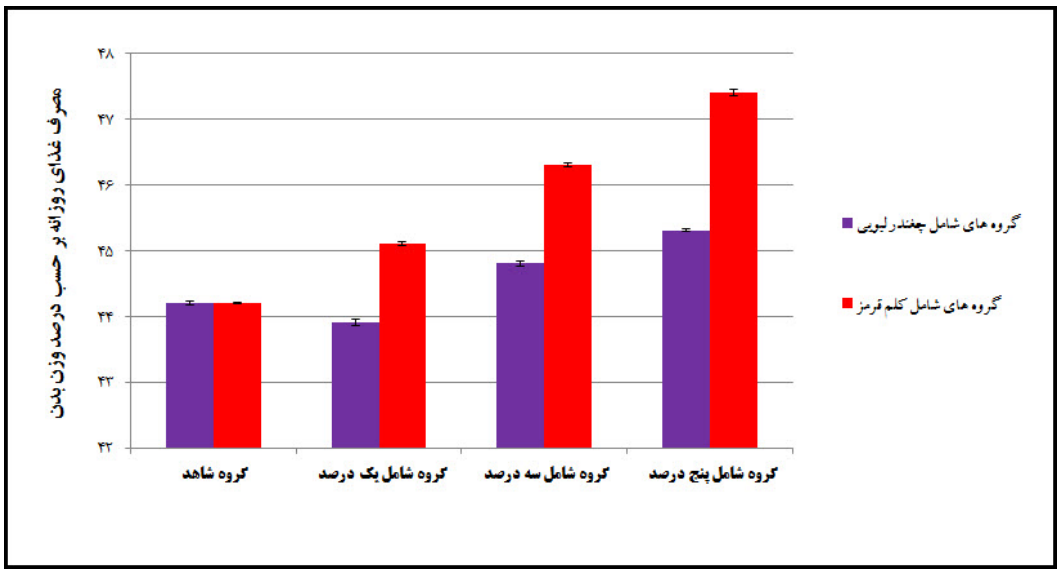
ضریب تبدیل غذایی از ۲/۳۵ تا ۳/۰۰ بین تیمارهای مختلف در نوسان بود، بهترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۱ درصد چغندر مشاهده شد که با بقیه گروه‌ها اختلاف معنی‌داری داشت ($P<0/05$). ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای مختلف تغذیه شده با کلم اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P\geq0/05$) (شکل ۴).



شکل۴- مقایسه میانگین و انحراف معیار اثر سطوح مختلف کلم قرمز و چغندر لبویی در جیره غذایی بر ضریب تبدیل غذا ماهی گلدفیش

غذای مصرفی

ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۵ درصد کلم قرمز، بیشترین میزان مصرف غذا معادل ۰/۰۵±۴۷/۴۰ درصد وزن بدن و ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۱ درصد چغندر، کمترین میزان مصرف غذا معادل ۰/۰۵±۴۳/۹۰ درصد وزن بدن را داشتند. تفاوت معنی‌داری بین میزان خوراک مصرف شده در تیمار ۱ درصد چغندر با بقیه گروه‌ها مشاهده شد (P<۰/۰۵) (شکل ۵).



شکل ۵- مقایسه میانگین و انحراف معیار اثر سطوح مختلف کلم قرمز و چغندر لبویی در جیره غذایی بر مصرف غذای روزانه ماهی گلدفیش

بحث و نتیجه‌گیری

نتیجه پژوهش حاضر نشان داد که بتا کاروتن، باعث افزایش رنگدانه در پوست و گوشت ماهی و در نهایت باعث افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی می‌شود. مطالعات متعدد، تأثیر رنگدانه‌های گیاهی بر فیله و پوست ماهیان مختلف را به اثبات رسانده است. جذب و ذخیره‌سازی کاروتنوئیدها، متأثر از ترکیب جیره می‌باشد، به طوری که در قزل آلای رنگین کمان و دیگر آزاد ماهیان، افزایش چربی جیره، ذخیره کاروتنوئید را در گوشت و پوست افزایش می‌دهد، شیوه جذب کاروتنوییدها در گونه‌های مختلف متفاوت است و معمولاً در روده میانی و انتهایی صورت می‌گیرد (Torrissen *et al.*, 1990). Durmaz و Kop در ۲۰۰۸ نشان دادند مصرف جلبک در گونه‌هایی از خانواده Cichlidae اثر چندانی روی گوشت آنها نداشته و تنها تغییراتی را در پوست به وجود آورده بود. Wang و همکاران در سال ۲۰۰۶ اثر جلبک دونالیلا بر میزان رنگدانه پوست، گوشت و هم چنین توانایی آنتی اکسیدانی آن را روی ماهی بررسی کردند.

در تحقیق حاضر، بیشترین افزایش وزن مربوط به تیمار ۱ درصد چغندر لبویی و کلم برگ قرمز بوده است و کمترین میزان وزن در تیمار ۵ درصد چغندر لبویی و کلم قرمز به دست آمد. افزایش وزن ماهیان مصرف کننده مکمل‌های گیاهی، در آزمایش‌های پاک زاد و همکاران (۱۳۹۰) نیز به اثبات رسید. آن‌ها نتیجه گرفتند که مصرف ۴ درصد از گیاه چنگاه آبی در هرکیلوگرم جیره ماهی قزل‌آلای ۱۱ گرمی، نقش بسزایی در رشد آن در مقایسه با تیمار شاهد دارد. بررسی شاخص‌های رشد و پارامترهای مربوط به آن در تحقیق حاضر و مقایسه آن‌ها با آزمایش و تحقیق‌های مشابه توسط محققین داخلی و خارجی، تفاوت‌ها و تشابه‌هایی را مشخص می‌کند. کیفیت آب در طول دوره پرورش، طول مدت پرورش، فاکتورهای فیزیکوشیمیایی، کیفیت خوراک‌ها از عواملی هستند که می‌توانند در بین آزمایش‌ها متغیر بوده و باعث به وجود آمدن تفاوت بین آن‌ها شود.

در تحقیقی که در باره تأثیر درصدهای مختلف لبو (۱، ۳ و ۶ درصد) بر روی سطح کارآیی رشد ماهیان انجام شد، بیان گردید که ماهیان تغذیه شده با ۶ درصد لبو، تأثیر منفی در سطح کارآیی رشد نشان دادند در حالی که در ماهیان تغذیه شده با ۱ درصد لبو بهترین سطح کارآیی رشد ایجاد شده بود (Ergun & Erdem, 2000). در تحقیقی دیگر که درباره تأثیر آستازانتین بر روی شاخص افزایش وزن قزل‌آلای رنگین کمان توسط Supamattaya و همکاران در سال ۲۰۰۵ انجام شد، بیان شد که افزایش وزن به علت اثر مثبت جیره آستازانتین بر متابولیسم، تسریع هضم و جذب و افزایش بهره‌وری از مواد مغذی، کافی بودن مدت استفاده از رنگدانه موجود، مناسب بودن وزن ماهی و از همه مهم‌تر بهینه‌بودن جیره مورد نظر برای تحریک‌پذیری رشد در اثر استفاده از درصد پایینی از آستازانتین ایجاد شده است.

در تحقیق حاضر، کاهش شاخص میزان رشد ویژه را می‌توان به اثر بازدارندگی رنگدانه موجود در غلظت‌های ۳ و ۵ درصد چغندر و کلم نسبت داد، همچنین کاروتنوئیدها در غلظت‌های بالا اثر بازدارندگی دارند، این بازدارندگی را می‌توان در نتیجه تغییرات سطوح مختلف پروتیین در جیره‌های مختلف و مقدار انرژی موجود دانست (Beutner *et al.*, 2001). Gholipour و همکاران (2014) نیز نشان دادند که استفاده از گیاه سیر در رژیم غذایی فیل ماهی، میزان تغییر رشد ویژه، چندان قابل توجه نبود. همچنین مطالعات Franscisco De و همکاران (2004) نشان داد که ماهیان تغذیه شده با پروتئین گیاهی، رشد کمتری داشته‌اند. برخی مطالعات نشان می‌دهد که به کارگیری مواد گیاهی در رژیم غذایی آبزیان بویژه ماهیان گوشتخوار، منجر به تأخیر در رشد آنها می‌شود (Ergun & Erden, 2000). تصور می‌شود علت اصلی این مساله، وجود میزان بالای سلولز در گیاهان باشد که منجر به تغییر طعم غذا برای ماهی، کیفیت پلت و تعادل ترکیب غذا می‌گردد

(Lorenz, 1998).

بررسی حاصل از اندازه گیری شاخص وضعیت در پژوهش حاضر نشان می‌دهد که تیمار ۱ درصد در چغندر لبویی و کلم قرمز، بیشترین مقدار را داشته‌اند. به همین ترتیب تیمارهای ۳ و ۵ درصد رتبه‌های بعدی را به خود اختصاص داده‌اند. در حالی‌که اختلاف معناداری بین تیمارها از لحاظ شاخص وضعیت وجود ندارد. ضریب تبدیل غذایی می‌تواند نشان دهنده قابلیت جیره در افزایش رشد گلدفیش باشد و به شاخص‌هایی مانند افزایش وزن و میزان مصرف غذا در طول دوره پرورش وابسته است، به‌طوری‌که ضریب تبدیل غذایی با میزان غذای مصرفی رابطه مستقیم و با افزایش وزن رابطه عکس دارد.

در تحقیق انجام شده بر روی ماهی گلدفیش بهترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به تیمار ۱ درصد چغندر و بدترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به تیمار ۵ درصد کلم بود، و می‌توان نتیجه گرفت که هر چه درصد غلظت مواد کاروتنی اضافه شده بیشتر باشد میزان ضریب تبدیل غذایی کاهش می‌یابد.

Gholipour و همکاران در ۲۰۱۴ نشان دادند که مصرف مکمل‌های گیاهی تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر میزان ضریب تبدیل غذایی در ماهیان خاویاری ندارد. در تحقیقی که در مورد تأثیر رنگدانه‌های بتاکاروتن و آستازانتین با غلظت‌های مشخص (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) بر شاخص‌های رشد میگوی ببری سیاه توسط Boonyaratpalin و همکاران در سال ۲۰۰۱ انجام شد، نشان داده شد که بتاکاروتن و آستازانتین اثر معنی‌داری بر ضریب تبدیل غذایی نداشته است.

در مجموع بر اساس نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر، می‌توان اظهار نمود که چغندر لبویی و کلم برگ قرمز، قابلیت خوبی برای افزوده شدن به رژیم غذایی ماهی گلدفیش، به‌ویژه به منظور افزایش رشد دارد و با توجه به میزان کم مقدار مؤثر آن در رژیم غذایی و عدم تداخل منفی با فاکتورهای رشد استفاده از آن می‌تواند مفید باشد.

منابع

پاک زاد، م.، شمسایی مهرجان، م.، نظری، ک.، وطن دوست، ص. و محمدی زاده خوشرو، م. ۱۳۹۰. بررسی اثر افزودن گیاه چنگال آبی (*Ceratophyllum demersum*) به جیره غذایی بر فاکتورهای رشد و بقای بچه ماهی قزل آلای رنگین کمان. مجله شیلات، ۴:۱۶-۱.

رحمتی هولاسو، ه. ۱۳۸۹. مقاله نگرشی برصنعت پرورش ماهیان زینتی در جهان و ایران. همایش ماهیان زینتی. تهران.

سوآین، پی.، ساهو، پی. کی. و آیاپان، اس. ۱۳۸۸. مقدمه‌ای بر ایمنی شناسی آبزیان. ترجمه: علیشاهی، م. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ایران.

غیاثوند، ز. و شاپوری، م.۱۳۸۷. تأثیر رنگدانه‌های طبیعی و مصنوعی و مقایسه اثر آن‌ها بر ماهی اسکار سفید *Astronotus ocellatus sp.* مجله بیولوژی دریا،۱: ۸۵-۷۸.

مهرین، م. ۱۳۸۸. خواص میوه‌ها و خوراکی‌ها "درمان با داروهای گیاهی". چاپ سی و پنجم. انتشارات خشایار. تهران، ایران.

هاشمی، م. ۱۳۸۸. ماهیان آکواریومی آب شیرین و شور (انتخاب گونه‌ها، تغذیه، تکثیر و مراقبت‌های بهداشتی). چاپ دوم. انتشارات فرهنگ جامع. ایران.

یاراحمدی، ب.، مقدسی، ف. و سیاوشی، ر. ۱۳۸۴. استفاده از سیست پوسته زدایی شده آرتمیا در تغذیه لارو قزل‌آلای رنگین کمان. مجله علمی پژوهشی و سازندگی در امور دام و آبزیان، ۷۳:۵۸ -۴۹.

میرحیدر، ح. ۱۳۷۳. معارف گیاهی. چاپ اول. انتشارات دفتر نشر فرهنگ اسلامی. تهران.

Abalde, J., Fabregas, J. & Herrero, C. 1991. β-Carotene, vitamin C and vitamin E content of the marine microalga *Dunaliella tertiolecta* cultured with different nitrogen sources. *Bioresource technology*, 38(2), 121-125.

Beutner, S., Bloedorn, B., Frixel, S., Hernández Blanco, I., Hoffmann, T., Martin, H. D. & Schülke, I. 2001. Quantitative assessment of antioxidant properties of natural colorants and phytochemicals: carotenoids, flavonoids, phenols and indigoids. The role of β-carotene in antioxidant functions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(6): 559-568.

Boonyaratpalin, M., Thongrod, S., Supamattaya, K., Britton, G. & Schlipalius, L. E. 2001. Effects of β-carotene source, *Dunaliella salina*, and astaxanthin on

Leatherland, J. F. & Hilton, J. W. 1988. Thyroidal compensation in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed canola meal. *Fish physiology and biochemistry*, 5(4): 199-207.

Lorenz, T. R. 1998. A review of astaxanthin as a carotenoid and vitamin source for sea bream. Naturerose Technical Bulletin, vol. 052. Cyanotech, Hawaii, USA.

Qureshi, M. A. & Ali, R. A. 1996. *Spirulina platensis* exposure enhances macrophage phagocytic function in cats. *Immunopharmacology and immunotoxicology*, 18(3): 457-463.

Supamattaya, K., Kiriratnikom, S., Boonyaratpalin, M. & Borowitzka, L. 2005. Effect of a *Dunaliella* extract on growth performance, health condition, immune response and disease resistance in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Aquaculture*, 248(1): 207-216.

Thiessen, D. L., Maenz, D. D., Newkirk, R. W., Classen, H. L. & Drew, M. D. 2004. Replacement of fishmeal by canola protein concentrate in diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition*, 10(6): 379-388.

Torrissen, O. J., Hardy, R. W., Shearer, K. D., Scott, T. M. & Stone, F. E. 1990. Effects of dietary canthaxanthin level and lipid level on apparent digestibility coefficients for canthaxanthin in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture,* 88(3): 351-362.

Wang, Y. J., Chien, Y. H. & Pan, C. H. 2006. Effects of dietary supplementation of carotenoids on survival, growth, pigmentation, and antioxidant capacity of characins, *Hyphessobrycon callistus*. *Aquaculture*, *261*(2):641-648.

pigmentation, growth, survival and health of *Penaeus monodon*. *Aquaculture Research*, 32(s1): 182-190.

Booth, M. A., Warner-Smith, R. J., Allan, G. L. & Glencross, B. D. 2004. Effects of dietary astaxanthin source and light manipulation on the skin colour of Australian snapper *Pagrus auratus* (Bloch & Schneider, 1801). *Aquaculture Research*, 35(5): 458-464.

Bricaud, A., Morel, A., Babin, M., Allali, K. & Claustre, H. 1998. Variations of light absorption by suspended particles with chlorophyll a concentration in oceanic (case 1) waters: Analysis and implications for bio-optical models. *Journal of Geophysical Research*, 103(C13): 31033-31044.

Ergun, S. & Erdem, M. 2000. Effect of natural and synthetic carotenoid sources on pigmentation of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24(4): 391-402.

De Francesco, M., Parisi, G., Médale, F., Lupi, 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(1): 413-429.

Gholipour Kanani, H., Nobahar, Z., Kakoolaki, S. & Jafarian, H. 2014. Effect of ginger-and garlic-supplemented diet on growth performance, some hematological parameters and immune responses in juvenile *Huso huso*. *Fish physiology and biochemistry*, 40(2): 481-490.

Kop, A. & Durmaz, Y. 2008. The effect of synthetic and natural pigments on the colour of the cichlids (Cichlasoma severum sp., Heckel 1840). *Aquaculture International*, 16(2): 117-122.