بررسی اثر پودر ریزجلبک هماتوکوکوس (*Haematococcus pluvialis*) درجیره غذایی بر ترکیبات شیمیایی فیله ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

مژده چله مال دزفول نژاد[1]
مصطفی روحانی دزفولی[2*]
مهران جواهری[3]
منصوره قائنی[4]
لیلا محیط[5]

۱، ۳، ۴، ۵. استادیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۲. دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد شیلات (تکثیر و پرورش آبزیان)، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

***نویسنده مسئول مکاتبات**
mostafaa35ir@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۴/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۰۳
کد مقاله: ۱۳۹۳۰۱۰۰۲۴
این مقاله برگرفته از پایان نامه دانشجویی می‌باشد.

چکیده

دراین تحقیق اثرات تغذیه با پودر ریزجلبک هماتوکوکوس (*Haematococcus pluvialis*) به عنوان یک خوراک طبیعی و بیش‌تر با کاربرد دارویی بر ترکیبات شیمیایی فیله ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور تعداد ۲۴۰ عدد بچه ماهی کپور معمولی با میانگین وزنی ۱/۱۵±۱۸/۲۱ گرم در چهار تیمار ۰، ۲، ۳/۳۳ و ۵/۳۳ گرم در کیلوگرم خوراک پودر جلبک هماتوکوکوس و هر تیمار در سه تکرار، برای مدت ۶۰ روز در ۱۲ مخزن ۳۰۰ لیتری پلی‌اتیلنی مورد تغذیه قرار گرفتند. در میان دوره و پایان دوره، از هر تیمار ۳۰ نمونه تصادفی فیله خشک شده جهت سنجش ترکیبات شیمیایی نظیر رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر به آزمایشگاه ارسال گردید. نتایج بدست آمده در پایان دوره از آنالیز ترکیبات شیمیایی در تیمار شاهد به ترتیب ۷۰/۰۵، ۱۸/۵۴ و ۵/۲۶ برای پروتئین، چربی و خاکستر و برای تیمار ۲ گرم در کیلوگرم ۷۲/۲۹، ۱۷/۱۸ و ۶/۰۵ بوده است که در این میان اختلاف معنی‌داری بین نتایج این دو تیمار به‌چشم می‌خورد ($P\leq 0/05$). بر این اساس دوز ۲ گرم در کیلوگرم خوراک به عنوان دوز مؤثر پیشنهاد می‌گردد.

واژگان کلیدی: کپور معمولی، ریزجلبک، هماتوکوکوس، ترکیبات شیمیایی فیله، *Cyprinus carpio*.

مقدمه

ریزجلبک‌ها یکی از مهم‌ترین منابع مستقیم و غیرمستقیم در تغذیه آبزیان می‌باشند که در طی مراحل رشد و نمو بسیاری از ماهی‌ها، سخت‌پوستان و بی‌مهرگان مورد استفاده قرار می‌گیرند (Shields and Lupatsch, 2012). ریزجلبک‌ها با داشتن مقادیر متنابهی از پروتئین، چربی، کربوهیدرات و سایر ویتامین‌ها و مواد معدنی، نقش مهمی در زنجیره‌های غذایی در طبیعت ایفا می‌کنند. از آن جمله می‌توان به فیلتر و تصفیه کننده آب، غذای زئوپلانکتون‌ها، منابع غذایی صدف‌ها و لارو ماهیان، تثبیت کننده میزان اکسیژن در آب و غیره اشاره کرد (Guedes and Malcata, 2012).

در این میان ریزجلبک هماتوکوکوس (*Haematococcus pluvialis*) علاوه بر دارا بودن پروتئین ۳۰-۲۰ درصدی و چربی معادل ۲۵-۷ درصد و نیز ۴۰-۳۰ درصد کربوهیدرات، دارای مقادیر قابل توجهی آستاگزانتین است که مهم‌ترین رنگدانه کاروتنوئیدی در تأمین رنگ گوشت و پوست آبزیان در طبیعت به حساب می‌آید (Dore and Cysewski, 2003).

هرچند از جلبک هماتوکوکوس به دلیل قیمت بالای آن، بیش‌تر جهت اصلاح و بهبود رنگ پوست و گوشت ماهیان زینتی و بازار پسند بهره برده می‌شود اما خصوصیات تغذیه‌ای و فیزیولوژیک آن بر محققان پوشیده نمی‌باشد و تاکنون در تحقیقات متعددی این ریزجلبک را جایگزین بخشی از نیاز غذایی دام و آبزیان نموده‌اند (Gupta *et al*., 2012; Shields and Lupatsch, 2012; Chien *et al*., 2008; Lorenz, 2001).

پرورش ماهیان گرم‌آبی اغلب با پرورش ماهی کپور معمولی تداعی می‌شود و پرورش سایر ماهیان گرم‌آبی به‌عنوان پرورش‌های ثانویه در نظر گرفته می‌شود. نژادهای مختلفی از این گونه نظیر کپور آیینه‌ای، کپور چرمی، انواع هیبریدهای آن و غیره مورد پرورش قرار می‌گیرند. انواع کپورهای پرورشی پس از چندین سال مطالعات ژنتیکی و اصلاح نژادی به صورت امروزی خود در آمده که دارای رشد مناسب، ضخامت کافی گوشت، قدرت تولید نسل بالا و مقاوم در مقابل امراض و سایر شرایط محیطی می‌باشد.

یکی از بزرگ‌ترین مشکلات پیش رو در صنعت آبزی پروری کشور، یافتن راه حل‌هایی برای بالا بردن تولید در واحد هکتار است. بررسی فن‌آوری‌های جدید بر روی گونه‌های پرورشی مرسوم جهت بالا بردن توان تولید و بازماندگی، رسیدن به این هدف را نزدیک‌تر می‌کند. ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) از گونه‌های پرورشی رایج در کشور است و هدف ما از استفاده مکمل‌ها و افزودنی‌های جدید، رسیدن به تولید بیش‌تر می‌باشد. با توجه به بکارگیری ماهی کپور معمولی به صورت گسترده در مزارع پرورش ماهی استان خوزستان، از اهداف این تحقیق می‌توان به استفاده از منابع جلبکی به عنوان غذای ارزان حاصل از ضایعات کارخانجات تولید سوخت‌های زیستی (بیو دیزل) و نیز بررسی میزان تجمع مواد شیمیایی جلبک هماتوکوکوس (*Haematococcus pluvialis*) در فیله نسبتاً چرب ماهی کپور معمولی، اشاره نمود.

در حال حاضر در زمینه اثرات تغذیه‌ای پودر ریزجلبک هماتوکوکوس بر ماهی کپور معمولی، نه در داخل و نه در خارج کشور تحقیقات مدون و مشخصی انجام نگردیده و به نحوی این موضوع دارای نوآوری بوده و برای پیشینه تحقیق نیز عموماً از موارد مشابه به موضوع در گونه‌های نزدیک استفاده گردیده است.

مواد و روش‌ها

برای شروع ۱۵ عدد تانک ۳۰۰ لیتری (۶۰ * ۷۰ * ۷۰ سانتی‌متر) پلی‌اتیلن با پایه مخصوص، شستشو و ضد عفونی گردید. با استفاده از ۸ عدد لامپ مهتابی فلورسنت ۴۰ وات سیستم نوری مورد نیاز سالن و تانک‌ها راه اندازی و برای سیستم هوادهی نیز از پمپ هوای مرکزی به همراه ۱۵ عدد سنگ هوای گرد استفاده گردید (خانی و همکاران، ۱۳۹۱). پس از فرمول‌نویسی و آماده‌سازی جیره ایزوانرژیک و ایزوکالریک (جدول ۱)، میزان دقیق ترکیبات آن توسط آزمایشگاه مشخص و نیز میزان اضافه نمودن پودر جلبک براساس کاتولوگ شرکت تولید کننده احتساب گردید.

تیمار ۱: خوراک حاوی ۲ گرم بر کیلوگرم خوراک پودر جلبک هماتوکوکوس (در سه تکرار).

تیمار ۲: خوراک حاوی ۳/۳۳ گرم بر کیلوگرم خوراک پودر جلبک هماتوکوکوس (در سه تکرار).

تیمار۳: خوراک حاوی ۵/۳۳ گرم بر کیلوگرم خوراک پودر جلبک هماتوکوکوس (در سه تکرار).

گروه شاهد (Control) : خوراک فاقد افزودنی (در سه تکرار).

جدول ۱: آنالیز شیمیایی جیره‌های ساخته شده جهت تغذیه ماهی کپور (*Cyprinus carpio*) با تیمارهای متفاوت پودر جلبک هماتوکوکموس (*Haematococcus pluvialis*) در طول ٦٠ روز (میانگین± انحراف معیار) در سال ۱۳۹۱.

آنالیز شیمیایی جیره	
انرژی خام (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۳۴۸۸±۱۱/۳
پروتئین خام (درصد)	۳۷/۶±۰/۲۷
چربی خام (درصد)	۹/۴۴±۰/۸۸
فیبر (درصد)	۴/۹۵±۰/۴۸
رطوبت (درصد)	۷/۱۱±۰/۸۱
خاکستر (درصد)	۱۱/۱۹±۰/۱۱

تعداد ۲۴۰ عدد بچه ماهی کپور معمولی با میانگین وزن ۱/۱۵±۱۸/۲۱ گرم و میانگین طول ۰/۸۱±۱۰/۳۸ از یک مزرعه گرمابی تهیه گردید. غذادهی روزانه نیز به میزان ۴ درصد وزن بیوماس و در دو وعده به صورت روزانه برای همه گروه‌ها انجام گرفت (Rehulkar, 2000). همچنین فاکتورهای درجه حرارت آب، میزان اکسیژن و pH به طور روزانه با استفاده از دستگاه‌های مخصوص در طول دوره، سنجش و ثبت می‌گرید.

از هر تکرار، تعداد ۱۰ نمونه به طور تصادفی انتخاب، پس از خشک کردن نمونه عضله در آون و آسیاب کردن، برای سنجش میزان رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر به آزمایشگاه ارسال گردید. آنالیز تقریبی ترکیبات بیوشیمیایی نمونه‌های فیله و جیره‌های غذایی آزمایشی با استفاده از روش کار استاندارد صورت گرفت (AOAC, 1990). نتیجه‌گیری و تحلیل داده‌ها بر پایه طرح کاملاً تصادفی و آزمون واریانس یک طرفه One way Anova در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P\leq ۰/۰۵$) و همچنین آزمون چند دامنه دانکن به عنوان Post Hoc برای وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها توسط نرم‌افزار SPSS (ویرایش نوزدهم) انجام گردید.

نتایج

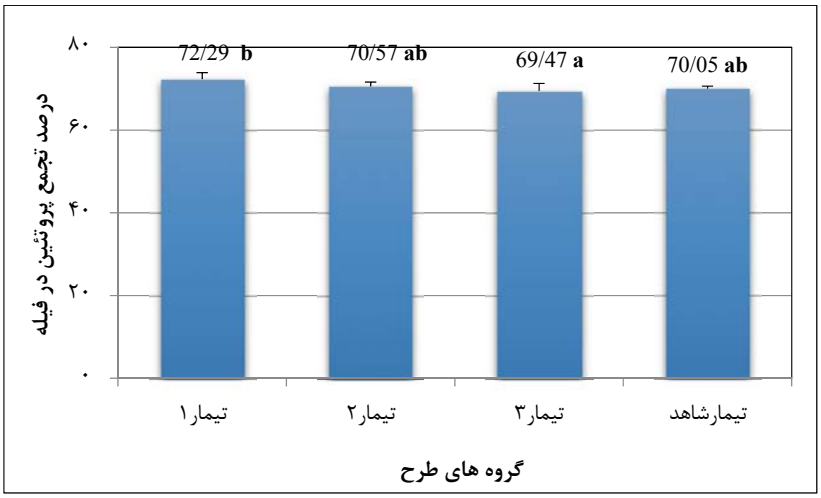
نتایج حاصله به وسیله نرم‌افزار SPSS در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد آنالیز آماری قرار گرفت که در جدول ۲ قابل مشاهده می‌باشند.

شکل ۱ درصد تجمع پروتئین در فیله ماهیان کپور تغذیه شده با مقادیر متفاوت جلبک هماتوکوکوس را در پایان دوره نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها وجود دارد ($P\leq ۰/۰۵$). در این شکل بالاترین میزان مربوط به گروه ۱ (۷۳/۲۹ درصد پروتئین) و کم‌ترین میزان مربوط به تیمار شاهد (۷۰/۰۵ درصد پروتئین) بوده است.

جدول۲: نتایج پایش و تجزیه آماری ترکیبات شیمیایی جیره و فیله ماهی کپور معمولی (Cyprinus carpio) تغذیه شده با تیمارهای متفاوت پودر جلبک هماتوکوکوس (Haematococcus pluvialis) (Mean±SD) در سال ۱۳۹۱.

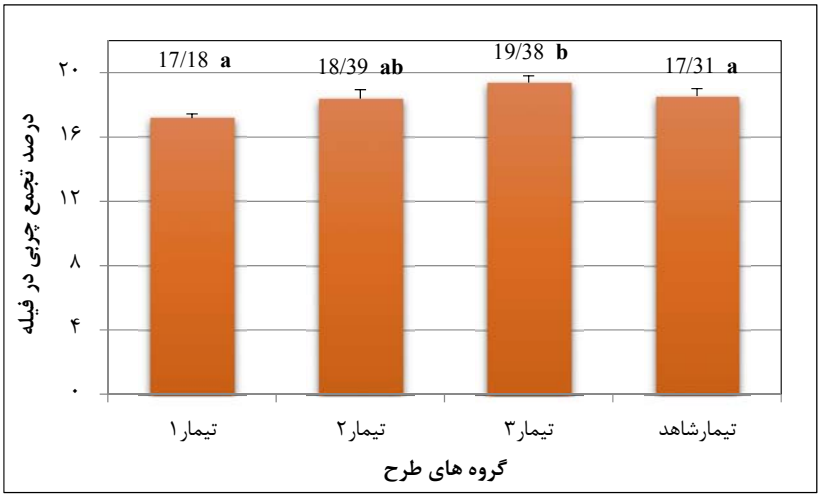
تیمارها	تیمار شاهد	تیمار ۱ ۲میلی گرم بر کیلوگرم پودرجلبک	تیمار ۲ ۳/۳۳ میلی گرم بر کیلوگرم پودرجلبک	تیمار ۳ ۵/۳۳ میلی گرم بر کیلوگرم پودرجلبک
پروتئین بافت (درصد وزن خشک)	۷۰/۰۵±۰/۵۰ ab	۷۲/۲۹±۱/۶۲ b	۷۰/۵۷±۱/۰۴ ab	۶۹/۴۷±۱/۸۴ b
چربی بافت (درصد وزن خشک)	۱۸/۵۴±۰/۴۶ ab	۱۷/۱۸۰±۰/۲۶ a	۱۸/۳۹± ۰/۵۵ ab	۱۹/۳۸±۰/۴۲b
خاکستر بافت (درصد وزن خشک)	۵/۱۳±۰/۱۰۰ ab	۶/۰۵۳±۰/۳۱ b	۵/۳۴± ۰/۳۴ ab	۵/۲۶±۰/۰۹ a
پروتئین خام جیره (درصد وزن خشک)	۳۷/۹۷±۰/۸۶	۳۷/۳۵±۱/۰۱	۳۷/۶۲±۰/۹۸	۳۷/۴۵±۱/۱۲
چربی خام جیره (درصد وزن خشک)	۸/۲۴±۰/۸۲	۱۰/۳۲±۰/۵۶	۹/۴۴±۰/۶۵	۹/۷۸±۰/۱۶
خاکستر جیره (درصد وزن خشک)	۱۱/۱۴±۰/۰۸	۱۱/۲۹±۰/۰۹	۱۱/۳۰±۰/۰۸	۱۱/۰۶±۰/۱۱
انرژی خام جیره (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۳۴۷۰±۱۰/۹	۳۴۹۵±۱۱/۵	۳۴۸۵±۸/۸	۳۴۹۰±۵/۱

حروف (ab) نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.



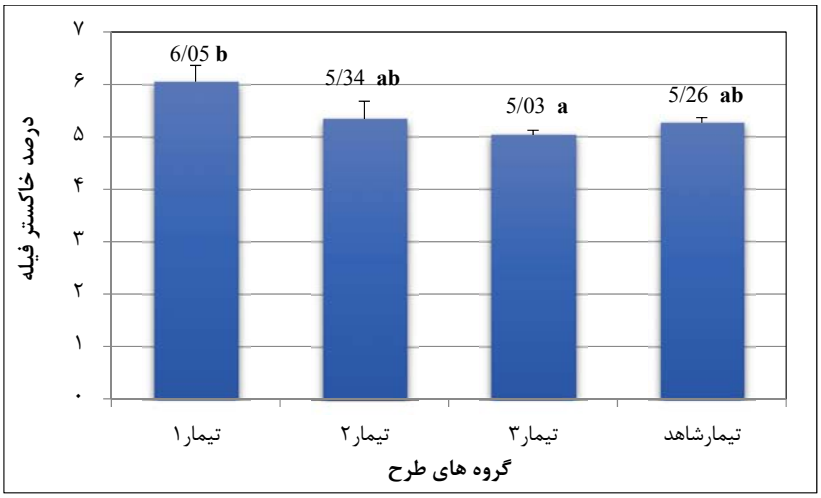
شکل ۱: مقایسه درصد تجمع پروتئین فیله بچه ماهی‌های کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) پس از ٦٠ روز تغذیه با مقادیر متفاوت پودر جلبک هماتوکوکوس (*Haematococcus pluvialis*) در سال ۱۳۹۱ (حروف (ab) نشان‌دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد با تیمار شاهد می‌باشد).

شکل ۲ درصد تجمع چربی در فیله ماهیان کپور تغذیه شده با مقادیر متفاوت جلبک هماتوکوکوس را در پایان دوره نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است در بین گروه‌ها اختلافی حاصل شده است (P≤۰/۰۵). در این میان بالاترین میزان مربوط به تیمار ۳ (۱۹/۳۸ درصد چربی) و کم‌ترین میزان مربوط به تیمار ۱ (۱۷/۱۸ درصد چربی) بوده است.



شکل ۲: مقایسه درصد تجمع چربی در فیله بچه ماهی‌های کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) پس از ٦٠ روز تغذیه با مقادیر متفاوت پودر جلبک هماتوکوکوس (*Haematococcus pluvialis*) در سال ۱۳۹۱ (حروف (ab) نشان‌دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد با تیمار شاهد می‌باشد).

شکل ۳ درصد میزان خاکستر موجود در فیله ماهیان کپور تغذیه شده با مقادیر متفاوت جلبک هماتوکوکوس را در پایان دوره نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است در بین گروه‌ها اختلافی در نتایج حاصل شده است (P≤۰/۰۵). در این میان بالاترین میزان مربوط به تیمار ۱ (۶/۰۵ درصد خاکستر) و کم‌ترین میزان مربوط به گروه شاهد (۵/۱۳ درصد خاکستر) بوده است.



شکل۳: مقایسه درصد خاکستر فیله بچه ماهی‌های کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) پس از ٦٠ روز تغذیه با مقادیر متفاوت پودر جلبک هماتوکوکوس (*Haematococcus pluvialis*) در سال ۱۳۹۱ (حروف (ab) نشان‌دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد با تیمار شاهد می‌باشد).

بحث و نتیجه گیری

اهمیت تغذیه بر روند سلامت فیزیکی و وضعیت مطلوب فیزیولوژیکی موجودات کاملاً مورد تأیید همگان می‌باشد. در امر تغذیه توجه به نوترینت‌های غذایی که در جیره غذایی می‌بایست وجود داشته باشد تا رشد و سلامت مطلوبی را فراهم کند حائز اهمیت است. در این میان با تحقیق در خصوص برخی مواد که بتوان با افزودن آن‌ها به جیره غذایی سلامت فیزیولوژیکی موجود را بالاتر برد مورد توجه قرار گرفته است.

در این بررسی میزان افزایش و تجمع پروتئین در تیمار ۱ روند افزایشی را پیموده است (شکل ۱). همچنین میان تیمارها اختلاف معنی‌دار به‌چشم می‌خورد ($P\leq ۰/۰۵$) و تیمار ۲ و تیمار شاهد با داشتن عملکردی پایین‌تر نسبت به تیمار ۱، دارای شباهت آماری با سایر تیمارها هستند. این نتایج با تحقیقات Zhao و همکاران (۲۰۰۶) هم‌خوانی دارد. هرچند میزان تجمع پروتئین در لاشه، بازتاب مستقیمی از میزان و محتوای پروتئین جیره می‌باشد اما عواملی مانند فصل، اندازه و تعداد ماهی در تانک، درجه حرارت آب، استرس و سایر فاکتورهای شیمیایی و فیزیکی نیز در این امر دخیل هستند (Chein *et al*., 2008).

میزان چربی لاشه در تیمار ۳ بالاترین درصد را به خود اختصاص داده است (شکل ۲). این نتیجه نشان از آن دارد که تیمار ۳ علاوه بر اینکه از پارامترهای رشدی خوبی برخوردار نبوده، بیش‌تر غذای خورده شده را صرف ساخت و تجمع چربی در فیله کرده و در اصطلاح دچار چاقی شده است. در این میان تیمار ۱ نیز کم‌ترین میزان چربی را در فیله خود متجمع ساخته است. افزایش میزان چربی در فیله به لحاظ کاهش کیفیت گوشت، بازار پسندی، سلامت ماهی و همچنین ممانعت از رشد حداکثری در دوران رشد و وزن‌گیری ماهی، فاکتور نامطلوبی از دیدگاه پرورش‌دهندگان به‌حساب می‌آید ولی از نقطه نظر غناء در اسیدهای چرب HUFA و PUFA و نیز اثر مستقیم آن بر سلامت قلب و عروق و متابولیسم انسان، شاخصی مفید و مطلوب قلمداد می‌شود. نتایج حاصله از این پژوهش، با تحقیقات خانی و همکاران (۱۳۹۱)، Christiansenو همکاران (۱۹۹۵)، Ono و همکاران (۱۹۹۹)، Dantagnan و همکاران (۲۰۰۹) و Güroy و همکاران (۲۰۱۱) تطابق و مشابهت دارد. هچنین Torissen و همکاران (۱۹۸۹) بهبود اختلال متابولیسم چربی در اثر مصرف جلبک هماتوکوکوس و آستاگزانتین آن را گزارش نمودند.

دوزهای بالای جلبک هماتوکوکوس با درگیر نمودن روده‌ها جهت عمل جذب و نیز کبد جهت آنالیز چربی، میزان تحرک و فعالیت را در ماهی کاهش می‌دهند. از سوی دیگر کبد نیز بعد از استخراج منابع چربی، آن‌ها را به شکل ذخیره در فیله و عضلات ماهی ذخیره می‌سازد (White *et al*., 2003). لذا دوزهای بالا مانند ۵ گرم بر کیلوگرم خوراک و بالاتر موجب ظهور میزان چربی بیش‌تر در لاشه می‌گردند. البته دوزهای پایین به دلیل داشتن زمان جذب مناسب از طریق روده و مخاط، منجر به کاهش چربی لاشه می‌گردند که این امر بازار پسندی گوشت ماهی را در پی خواهد داشت.

میزان خاکستر لاشه، رابطه مستقیمی با میزان پروتئین آن دارد (شکل ۳) و مشاهده می‌گردد که خاکستر به‌جا مانده نیز روندی مشابه شکل ۱ داشته است. در این بین بالاترین میزان مربوط به تیمار ۱ با مصرف ۲ گرم بر کیلوگرم جلبک هماتوکوکوس می‌باشد. تیمارهای ۲ و شاهد نیز دارای مشابهت بوده و اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارها در سطح ۹۵ درصد دارند. تیمار ۳ نیز در کم‌ترین میزان ظاهر شده است. نتایج حاضر مؤید داده‌های تحقیق Zhao و همکاران (۲۰۰۶) در کاهش سطح خاکستر و پروتئین فیله در اثر مصرف مقادیر بالای استفاده از جلبک می‌باشد.

احتمالاً بر طبق نظریه محققین مختلف نظیر Zhao و همکاران (۲۰۰۶)، Chein و همکاران (۲۰۰۸) و Walker و Berlinsky (۲۰۱۱)، علت عدم مطلوبیت و پیشرفت فاکتورهای رشد در دوزهای بالا، طعم نامطبوع این جلبک و کاهش خوش‌خوراکی در جیره می‌باشد. هم‌چنین دوزهای بالا، اختلال جذب توسط روده و افزایش کارکرد کبد را به همراه داشته که موجب کاهش تحرک و شنا در ماهی شده و میزان رشد را کاهش می‌دهد. به‌علاوه این امر موجب چاقی و بالارفتن میزان چربی لاشه می‌گردد (Dantagnan *et al*., 2009; Walker *and* Berlinsky, 2011).

جلبک هماتوکوکوس (*Haematococcus pluvialis*) اثر مطلوبی بر خصوصیات شیمایی عضله در حد ۳/۳۳ دارد و موجب بازار پسندی و نیز مرغوبیت کیفی در فیله ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) می‌گردد. به استناد نتایج پژوهش جاری، بهترین دوز پیشنهادی برای استفاده از این جلبک در ماهی کپور معمولی ۲ گرم بر کیلوگرم خوراک می‌باشد.

منابع

خانی‌اوشانی، ع.، شیخ‌زاده، ن.، طایفی‌نصرآبادی، ح. و نجفی‌انفرادی، ح.، ۱۳۹۱. بررسی تاثیر جلبک هماتوکوکوس بر متابولیسم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. مجموعه مقالات هفدهمین کنگره دامپزشکی ایران، اردیبهشت ۹۱، صفحه ۲۲۷.

AOAC, 1990. Method 942.05. In: Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 16th Edn., AOAC International, Washington, USA, 1141.

Chien, Y., Liang, R. Y. and Liao, C., 2008. Effects of dietary supplement of synthetic astaxanthin, algae *Haematococcus pluvialis*, and yeast *Phaffia rhodozyma* on survival, growth, and pigmentation of juvenile and subadult kuruma prawn *Marsupenaeus japonicus.* world aquaculture, Sofia, p118.

Christiansen, R., Lie, O. and Torrissen, O. J., 1995. Growth and survival of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fed different dietary levels of astaxanthin. First-feeding fry. Aquaculture Nutrition 1(1):189-198.

Dantagnan, P., Hernandez, A., Borquez, A. and Mansilla, A., 2009.Inclusion of Macroalgae Meal (*Macrocystis pyrifera*) as Feed Ingredient for Rainbow Trout (Oncorhynchus mykiss): Effect on Flesh Fatty Acid Composition. Aquaculture Research 41(1):87–94.

Dore, J. E. and Cysewski, G. R., 2003. Haematococcus algae meal as a source of natural astaxanthin for aquaculture feeds. Cyanotech Corporation, Hawaii, p102.

Guedes, A. C. and Malcata, F. X., 2012. Nutritional Value and Uses of Microalgae in Aquaculture. Aquaculture, Muchlisin, M., 59-78.

Gupta, A., Qureshi, T. A., Manohar, Susan, Bagre, P. and Saroch, J. D., 2012. Effect of *Haematococcus pluvialis* on growth and pigmentation of freshwater prawn, *Macrobrachium dayanum.* Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences 2(4):2142-2150.

Guroy, D., Guroy, B., Merrifield, D. L., Ergun, S., Tekinay, A. A. and Yigit, M., 2011. Effect of Dietary Ulva and Spirulina on Weight Loss and Body Composition of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), During a Starvation Period. Journal of Animal Physiology and Nutrition 95(3):320–327.

Lorenz, T., 2001.natural astaxanthin (*Haematococcus* algae meal) as acarotenoid and vitamin source for salmonids. NatuRose Technical Bulletin, p55.

Ono, A., Sekita, K., Saitoh, M., Umemura, T., Ogawa, Y., Furuya, T., Kaneko, T. and Inoue, T., 1999. A 13 week sub chronic oral toxicity study of *Haematococcus* color in F344 rats. Kokuritsu Iyakuhin Shokuhin Eisei Kenkyusho Hokoku 117 (Japanese), 91–108.

Rehulkar, J., 2000. Influence of astaxanthin on growth rate, condition, and some blood indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 190, 27–47.

Shields, R. and Lupatsch, I., 2012. Algae for Aquaculture andAnimal Feeds. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 21, 20-24.

Torissen, O. J., Hardy, R. W. and Shearer, K. D., 1989. Pigmentation of salmonids carotenoid deposition and metabolism. CRC Crit. Rev. Aquat. Sci1, 209–225.

Walker, A. B. and Berlinsky, D. L., 2011. Effects of Partial Replacement of Fish Meal Protein by Microalgae on Growth, Feed Intake, and Body Composition of Atlantic Cod. North American Journal of Aquaculture 73(1), 76–83.

White, D. A., Ornsrud, R. and Davies, S. J., 2003. Determination of carotenoid and vitamin A concentrations in everted salmonid intestine following exposure to solutions of carotenoid in vitro. Comparative Biochemistry and Physiology 136, 683-392.

Zhao, M., Xie, S., Zhu, X., Yang, Y., Gan, L. and Song, L., 2006. Effect of inclusion of blue-green algae meal on growth and accumulation of microcystins in gibel carp (*Carassus auratus gibelio*). J. Appl. Ichthyol. 22, 72–78.