

# کاربرد کرم‌های خاکی پرورش‌یافته با غذاهای گیاهی غنی از رنگ‌دانه طبیعی در جیره غذایی به منظور افزایش رنگ ماهی زیتنی پرت (*Amphilophus citrinellus* x *Paraneetroplus melanurus*)

طاهره شاهقلیان و مهرداد فتح‌اللهی\*

شهرکرد، دانشگاه شهرکرد، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، گروه شیلات

تاریخ پذیرش: ۹۵/۴/۲۶

تاریخ دریافت: ۹۴/۸/۴

## چکیده

این آزمایش با یک طرح کاملاً تصادفی با سه گروه تیماری و یک شاهد در سه تکرار، جمعاً با ۱۴۴ ماهی با وزن تقریبی  $0.1 \pm$  گرم انجام و مطالعه‌ی رنگ‌پذیری پوست ماهیان زیتنی پرت که کرم‌های خاکی *Eisenia fetida* پرورش‌یافته با گیاهان غنی از رنگ‌دانه طبیعی هویج، غده چغندر قرمز و برگ کلم‌بنفش به یک وعده از سه وعده جیره غذایی روزانه آنها (غذای بازاری) افزوده شده بود، صورت پذیرفت. کرم‌های خاکی داده شده به گروه شاهد تا آخر دوره بدون افزودن غذاهای گیاهی مذکور پرورش‌یافته بودند. سنجش رنگ بدن ماهیان با استفاده از غلظت کارتنوئیدهای چینی جاها و نیز دستگاه کالرمتر TES 135 (پارامترهای  $L^*a^*b$ ) پس از ۸ هفته نشان داد که تأثیر رنگدانه‌های طبیعی گیاهان در غده چغندر قرمز اثری فزاینده‌تر بر تجمع رنگدانه‌ها در باله‌ها و دم، پوست و گوشت ماهیان دارد و رنگ بخش‌های سرپوش‌های آبششی با تأثیر بیشتر برگ کلم‌بنفش همراه بوده است ( $P < 0.05$ ). میزان پارامترهای سنجش شده از رنگ‌های سطحی بدن ( $L^*a^*b$ ) نیز تأثیر بیشتر افزودن برگ کلم‌بنفش، غده چغندر قرمز و هویج بر غذای کرم‌های خاکی را بر سیمای رنگ ماهیان پرت تغذیه کرده از آنها نسبت به کرم‌های خاکی شاهد نشان داد.

واژه‌های کلیدی: رنگ‌پذیری، کرم‌خاکی، ماهی زیتنی پرت، رنگدانه‌های طبیعی.

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۳۸۳۴۴۲۴۴۲۳، پست الکترونیکی: mehrdad.fatollahi@nres.sku.ac.ir

## مقدمه

ترکیبات شیمیایی دیگر با اثرهای مشابه نیز برای استفاده در بازار وجود دارند که اثرات بسیار ناگوار آنها بر انسان مانند ایجاد آلرژی‌های شدید، واکنش‌های مقابله‌ای بدن و حتی مزه‌های غیرطبیعی اعلام شده است (۲۰). بعلاوه قیمت بالای مواد سنتتیک و نیز ماهیت شیمیایی آنها، بعضی از متخصصین در جستجوی جایگزین‌هایی با اثرات مشابه و حتی بهتر هستند که با مزایایی از جمله قیمت ارزان و در دسترس بودن و نیز نبودن مشکلات مربوط به تقلبی بودن و یا کهنه بودن مواد خریداری شده دغدغه‌ی مصرف‌کنندگان را در بروز خطرهای ناشی از استفاده از

ماهیان معمولاً قادر به سنتز رنگدانه‌های موردنیاز برای خود نیستند و این رنگدانه‌ها باید از طریق غذا به بدن آنها وارد شود. در ماهیان زیتنی برای ایجاد بازار پسندی وجود مواد حاوی کاروتنوئیدها در جیره برای توفیق پرورش‌دهندگان آنها ضروری است (۱۴). علاوه بر استفاده از رنگدانه‌ی افزودنی به‌عنوان یک عامل خوش‌رنگ‌کننده‌ی پوست، مواد رنگدانه‌ای با اثر بر فیله‌ی ماهیان خوراکی نیز برای غذادهی به ماهیان مورد استفاده قرار می‌گیرند. به‌مانند موارد مشابه در صنایع غذایی در حال حاضر در کنار رنگدانه‌های مصنوعی مجاز، ترکیبات مشابه ولی ممنوع شده و یا

صورت رطوبت گرفتن غذاهای گران‌قیمت ماهیان همراه است. برای استفاده از جاندارانی مانند روتیفرها که به عنوان بی‌مهرگان آبی به صورت‌های مختلف از جمله تغذیه مستقیم یا غنی شده در تغذیه ماهیان به ویژه لاروها و بچه ماهی به عنوان غذای زنده مورد استفاده می‌گیرند علی‌رغم شرایط سخت پرورش و نگهداری آنها تولید آنها با زیست توده بالایی همراه نیست و کیفیت آب در کیفیت جمعیت تولید شده بسیار تاثیر دارد (۲). حساسیت جمعیت علاوه بر در این تحقیق کرم‌خاکی *Eisenia fetida* پرورش داده‌شده با مواد گیاهی غنی از رنگدانه به‌عنوان رساننده واسط این رنگدانه‌های طبیعی به‌صورت تازه در تغذیه ماهی پرت به کار گرفته شد تا نتایج مربوط تأثیر این نوع تغذیه در میزان رنگ ایجادشده در ماهیان بررسی شود. همچنین در این روش غذایی، مشکل دشواری تهیه و عصاره‌گیری گیاهان و حفظ تازگی آنها در جیره با استفاده از به‌کارگیری یک طعمه غذایی واسط مناسب غنی از پروتئین برای ماهیان نیز کاهش می‌یابد. کرم‌های خاکی جنس *Eisenia* از شاخه کرم‌های حلقوی و گونه *E. fetida* می‌توانند همه‌ی مواد آلی با منشأ گیاهی و جانوری پوسیده را مورد تغذیه قرار دهند، بیشتر بر روی خاک و درون لاش‌برگ‌ها زندگی می‌کنند و سبب مخلوط شدن محدود لابه‌های آلی و معدنی خاک می‌شوند. این کرم‌ها توانایی حفر کانال در خاک را ندارند و میل به ماندن در سطح خاک را دارند، که به‌این‌ترتیب در شرایط پرورشی غذایی به آنان راحت صورت می‌گیرد. کرم‌های این گروه اکولوژیک از لحاظ اندازه نسبت به بقیه‌ی گروه‌ها کوچکتر می‌باشند (۷). مشاهده و تجربه عملی نگارندگان نشان داده بود که هنگام تغذیه از موادی که رنگدانه طبیعی دارند رنگ کرم‌خاکی تغییر می‌کند و رنگ‌پذیری کرم‌ها از غذای مصرفی محتمل و عملی است. علت انتخاب چند محصول گیاهی در این تحقیق وجود نوسان فصلی قیمت و فراوانی آنها در بازار بعنوان انتخاب‌هایی جایگزین برای مصرف‌کنندگان بوده است.

این مواد کاهش دهند. در مورد ماهیان، رنگ‌آمیزی بدن از طریق سیستم عصبی و سیستم درون‌ریز کنترل می‌گردد، اما رنگدانه‌های موجود در منابع غذایی یعنی هر ماده‌ای که قابلیت رنگ بخشیدن به بافت را داشته باشد، نقش مهمی در تعیین رنگ ماهیان به عهده دارد (۸، ۱۲). کاروتنوئیدها یکی از فراوان‌ترین رنگدانه‌های طبیعی بوده که مسئول بسیاری از رنگ‌ها در طبیعت با عملکردهای مختلف در جانوران می‌باشند (۱). این رنگدانه‌های محلول در چربی عامل رنگداهی به پوست ماهیان آکواریومی هستند. رنگ‌های زرد، نارنجی و قرمز پوست ماهیان نتیجه تجمع گروهی از رنگدانه‌های کاروتنوئیدی است که شامل کاروتن‌ها و گزانتوفیل‌هاست. کاروتنوئیدها همچنین مواد غذایی حیاتی برای رشد، متابولیسم و تولیدمثل هستند. بسیاری از حیوانات نیز مانند ماهی‌ها قادر به سنتز کاروتنوئیدها نبوده و این ماده را از منابع غذایی خود به دست می‌آورند. حدود ۶۰۰ گونه از گیاهان و ارگانسیم‌های آبی‌شناسایی شدند که به‌صورت طبیعی دارای کاروتنوئید در بافتهای خود هستند (۱۱ و ۱۸).

مواد گیاهی غنی از کاروتنوئیدها مانند هویج، جو زرد، پودر گل‌جعفری، عصاره فلفل قرمز، گل همیشه‌بهار، ذرت، یونجه، چغندر قرمز، جلبک‌ها، اسفناج و غیره که حاوی رنگدانه‌هایی نظیر گروه‌های بتاسیانین و بتاگزانتینها هستند در آزمایش‌های محققین به‌طور موفقیت‌آمیزی بعنوان غذا یا افزودنی‌های جیره در غذای ماهیان خوراکی یا زینتی باهدف افزایش رشد، افزودن رنگ به گوشت یا پوست به کار گرفته و گزارش شده‌اند (۶، ۸، ۱۰ و ۲۱). در همه‌ی تحقیقات انجام‌شده به نظر می‌رسد که تنها شیوه برای رساندن رنگدانه‌ها به جیره بجز جلبک‌ها که به‌راحتی می‌توانند به غذا اضافه شوند، از طریق عصاره‌گیری این مواد است و مطمئناً این شیوه با پاره‌ای از مشکلات برای مصرف‌کنندگان و تهیه‌کنندگان غذای ماهی مانند دشوار و وقت‌گیر بودن و نیز فاسدشدن عصاره‌ها قبل از استفاده در غذا یا بعد از اسپری کردن و حتی کپک‌زدگی غذاها در

## مواد و روشها

**تهیه ماهی و سازگاری با شرایط آزمایشگاهی:** این تحقیق بر روی ۱۳۲ قطعه بچه‌ماهی زینتی پرت (*Amphilophus citrinellus X paraneotroplus melanurus*) تهیه‌شده از یک مرکز تکثیر و پرورش ماهیان زینتی (وزن متوسط  $2/5 \pm 0/10$  گرم و طول استاندارد  $3/7 \pm 0/2$  سانتی‌متر) در آزمایشگاه شیلات دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد صورت پذیرفت. به این بچه ماهیان در صنعت پرورش ماهیان زینتی، بچه ماهیان دو بندانگشتی رنگ نگرفته اطلاق می‌گردد. نتایج آزمایش در ۱۲ تانک ۱۵۰ لیتری پرورشی با حجم آب حدود ۱۱۰ لیتر با تعداد ۱۱ عدد بچه‌ماهی برای هر تکرار از ۴ گروه آزمایشی بعد از دو ماه تغذیه‌ی بعد از یک دوره سازگاری ثبت و آنالیز شدند. دوره سازگاری پیش از تغذیه آزمایشی، ۱۵ روز و با غذاهای با یک جیره تجاری (غذای بازاری کوپنز، شرکت کوپنز هلند، پروتئین ۵۶ درصد، چربی خام ۱۵ درصد، سلولز ۰/۵ درصد، خاکستر ۸/۴ درصد، فسفر ۱/۴ درصد، کلسیم ۲/۳ درصد و سدیم ۰/۷ درصد) انجام شد تا ماهیان کاملاً به غذاگیری جدید عادت کرده و از استرس اولیه شامل رفتارهای گوشه‌گیری و سیاه شدن رنگ خارج شوند. برای مشاهده علاقه ماهیان زینتی پرت مورد آزمایش به تغذیه از کرم‌خاکی و اطمینان از طعمه‌گیری و نیز رفتار مناسب آنها در مقابل این طعمه‌های زنده و یا قطعه‌قطعه شده، در دوره سازگاری مذکور هر دو روز مقداری کرم-خاکی کامل (با سایزهای بسیار کوچک) و نیز قطعه‌قطعه شده به ماهیان، در یک وعده از غذاهای روزانه، تا حد سیری داده شد. پس از اطمینان کامل از عادی بودن رفتار غذایی ماهیان با این طعمه از جمله علاقه به خوردن طعمه، نرسیدن، عدم بروز پرخاش در میان ماهیان، از میزان علاقه آنها به این غذا اطمینان لازم حاصل و غذاهای طبق طرح آزمایش آغاز گردید.

هوادهی توسط یک کمپرسور مرکزی و فیلتراسیون توسط یک دستگاه فیلتر در هر تانک آزمایشی انجام شد. تأمین دمای یکسان با استفاده از یک دستگاه بخاری در داخل هر آکواریوم (۲۷-۲۸ درجه سانتی‌گراد) صورت پذیرفت.

**تیمار بندی و غذاهای به ماهیان:** برای انجام این تحقیق با ۳ تیمار آزمایشی و یک شاهد در سه تکرار در نظر گرفته‌شده، یک طرح کاملاً تصادفی طراحی شد. غذاهای تکمیلی در حد سیری ظاهری در یک نوبت از سه نوبت (صبح، ۱۲ ظهر، ۱۶ بعدازظهر) با کرم‌های تازه قطعه‌قطعه شده پرورش‌یافته‌ی تغذیه‌ی شده با گیاهان چغندر قرمز، کلم قرمز و هویج برای تیمارها و کرم‌های پرورش‌یافته با کود و برگ خشک معمولی انجام شد. در دو نوبت سنجش در ابتدای آزمایش ماهیان هر تانک با وزن متوسط حدود  $2/5$  گرم  $1/5 \pm 6/4$  گرم و در هفته هفتم ماهیان هر تانک با وزن متوسط حدود  $3/3$  گرم  $1/4 \pm 10/2$  گرم کرم-خاکی تازه را مورد مصرف قرار می‌دادند. دو نوبت دیگر از غذاهای روزانه برای گروه‌های تیماری و شاهد نیز با غذای بازاری کوپنز انجام شد.

**پرورش کرم خاکی:** به‌منظور تأمین غذای ماهیان مطابق با تیمارهای موردنظر در آزمایش در ابتدای تحقیق ۵ جعبه‌ی مخصوص پرورش کرم (با کشت اولیه ۱۵۰ گرم کرم-خاکی) قبل از تغذیه با غذاهای نهایی در نظر گرفته شدند. ابتدا به مدت ۲ ماه این جعبه‌ها با کود خشک گاوی تغذیه شدند تا کرم‌ها به زیست‌توده مناسب برای بهره‌برداری بعدی رسیده و در ضمن زادآوری مولدین برای تأمین کرم‌ها تا پایان دوره غذاهای گیاهی صورت پذیرد. از یک هفته مانده به شروع دوره سازگاری ماهیان آزمایشی در تانکها، تغذیه‌ی کرم‌های تیماری با میزان  $1:3$  از کود خشک گاوی و هویج، کلم‌بنفش یا چغندر قرمز رنده شده انجام شد. با این شیوه پرورش ضمن اطمینان یافتن از سلامت و رشد ظاهری مطلوب کرم‌ها و انجام زادآوری (مشاهده بچه کرم‌ها) در ابتدای پرورش و

محلول با کاغذ صافی واتمن ۱ فیلتر شدند. میزان جذب رنگدانه در طیف ۴۵۰ نانومتر، توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد (۱۷، ۱۹، ۲۳). بعد از خواندن میزان جذب، غلظت کاروتنوئید برحسب میکروگرم بر گرم وزن نمونه از رابطه زیر به دست آمد (۱۸، ۱۹).

$$As = 10^6 \times As \times 1 / Ws / 2340$$

که در آن  $As$ : میزان جذب نمونه در مقابل شاهد استون،  $Ws$ : وزن نمونه برحسب گرم است.

بعد از تست نرمال بودن داده‌ها، برای تجزیه و تحلیل آماری از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (Anova) استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح خطای مجاز ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (IBM SPSS Advanced Statistics 17.0) (۲۵) انجام شد.

**رنگ سنجی پوست ماهیان:** در این تحقیق، رنگ سنجی توسط دستگاه کالرمتر یا رنگ‌سنج (Image Pardazesh, IRAN) و براساس مؤلفه‌های  $L^*a^*b^*$  هر ۱۵ روز یکبار انجام گرفت. مدت انجام رنگ‌سنجی در یک روز کاری و حداکثر در دو ساعت و با رعایت کامل سکوت برای محیط پرورشی بود. مقادیر مؤلفه  $L^*$  معادل روش‌نمایی تصویر بین ۰ مشکی و ۱۰۰ انعکاس کامل نور است. مقادیر مؤلفه  $a^*$  در دامنه ۲۰۰ - تا ۲۰۰ نشان‌دهنده تغییر جلوه رنگ از سبز به سمت قرمز (از سبز به سمت قرمز شدن) و  $b^*$  در همین دامنه و نشان‌دهنده تغییر جلوه رنگ از آبی به سمت زرد (از آبی به سمت زرد شدن) در اجسام است (۲۲). رفتار پرخاش و بروز رقیب و تعقیب ماهی در تانکها سیاه شدن ناگهانی رنگ پوست را برای بچه ماهیان زینتی پرت به همراه دارد. به همین دلیل سعی شد تا در رنگ‌سنجی بدن و پوست از منطقه‌ای استفاده شود که کمترین تیرگی بر روی بدن ماهی ظاهر می‌گردد (پشت سرپوش آبششی بالای خط جانبی). در ضمن زمان پایان آزمایش برای

قبل از آوردن ماهی به در تانکهای نگهداری، در صورت بروز تغییرات نامطلوب ناشی از نوع غذا در پرورش کرم‌ها، علت و نوع غذای نامطلوب نیز معلوم می‌شد. غذادهی در هر جعبه با قرار دادن غذاها در یک شیار تقریباً سطحی بعد از مشاهده‌ی مصرف کامل غذاهای قبلی صورت می‌گرفت و به این ترتیب شروع دوره پرورش کرمهای خاکی با غذاهای گیاهی (تیمارها) حدوداً از سه هفته مانده به تغذیه آزمایشی ماهیان با کرمهای خاکی زمان‌بندی گردید. برای غذادهی ماهیان، کرمها بعد از شسته شدن و آبیگری کوتاه، بدون خارج کردن مایع سلومی به صورت کامل و تازه قطعه‌قطعه شده، به ماهیان داده می‌شدند.

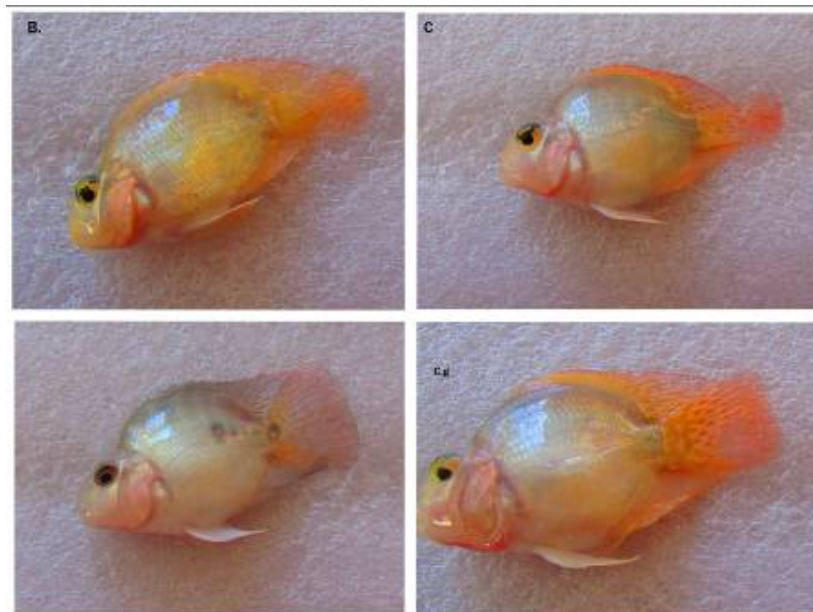
**سنجش میزان غلظت کاروتنوئید:** زمان پایان آزمایش با مشاهده‌ی چشمی ظاهر ماهیان و با تأیید رنگ گرفتگی پوست حداقل یک گروه از تانکها با یک ظاهر رنگی نارنجی تا قرمز قابل قبول برای ماهیان زینتی، در نظر گرفته شد. در پایان آزمایش اندازه‌گیری غلظت کاروتنوئید بافت ماهیان (چهار نقطه) از ۹ نمونه از هر تیمار (سه ماهی از هر تکرار) انجام شد (۱۸). از ماهیان تازه کشته‌شده، شسته و خشک‌شده با تمطیف سفید، نمونه پوست بدون فلس از هر دو طرف بدن بین ناحیه شکمی و سینه‌ای، باله‌های پشتی و دمی و همچنین سرپوش آبششی برداشته شد. ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه از هر کدام از این بافتها، هموژن و درون لوله‌ی فالکن ۲۰ میلی‌لیتری قرارگرفتند و سپس ۱۰ میلی-لیتر استون و ۱ گرم سولفات سدیم بدون آب به نمونه‌ها اضافه شدند. بعد از آبیگری اولیه نمونه‌های بافت، عصاره‌های حاصل ۳ یا ۴ بار با رساندن هر بار استون به ۱۰ میلی‌لیتر و فوراً شسته شدند. سپس نمونه صاف‌شده و با ۱۰ میلی‌لیتر حلال به مدت ۳ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به صورت کاملاً در بسته در یخچال گذاشته شدند. در نهایت لوله‌های حاوی نمونه بعد از خروج بافتها و رسوب‌گیری نهایی، با ۱۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۳ دقیقه سانتریفوژ، و در انتها برای خواندن میزان کاروتنوئید

## نتایج

مشاهده مستقیم تمایل ماهیان مورد آزمایش به تغذیه از کرم‌خاکی و رفتار غذایی آنها در مقابل این طعمه‌ها بصورت زنده و یا قطعه‌قطعه شده در دوره سازگاری، انتخاب درست این غذای زنده را برای این گروه از ماهیان زیتنی برای ابتدا تا پایان این آزمایش تأیید نمود. زمان پایان آزمایش با مشاهده‌ی چشمی ظاهر ماهیان و بارنگ گرفتگی پوست حداقل یک گروه از تانکها با یک رنگ مقبول نارنجی تا قرمز برای یک ماهی زیتنی در هفته هشتم آزمایش تأیید شد (شکل ۱).

سنجش میزان رنگها با دستگاهها و روشهای آزمایشگاهی با مشاهده‌ی ظاهر ماهیان و با تأیید رنگ گرفتگی ظاهری پوست حداقل یک گروه از تانکها با یکرنگ مقبول نارنجی تا قرمز برای یک ماهی زیتنی توسط سه فرد خبره متخصص در پرورش ماهیان زیتنی تعیین و تأیید شد.

**آنالیز داده‌ها:** آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (IBM SPSS Advanced Statistics 17.0) (۲۵) و رسم نمودارها نیز با نرم‌افزار Excel انجام شد. برای بررسی معنی‌دار بودن و تفاوت میانگین تیمارها در هر آزمایش با بقیه تیمارها از آزمون تجزیه واریانس (ANOVA) یک‌طرفه و آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح خطای مجاز ۵٪ استفاده شد.



شکل ۱- سیمای ماهیان تغذیه کرده از کرمهای خاکی با جیره غذایی گیاهان غنی از رنگدانه طبیعی بعد هشت هفته : بالا سمت : راست هویج ، بالا چپ : غده چغندر قرمز، پایین راست : برگ کلم بنفش و پایین چپ: شاهد با تغذیه از کرمهای معمولی

پوشاننده سرپوش برانشی در گروه تیماری تغذیه با کرمهای پرورش‌یافته با برگ‌کلم‌قرمز حاصل شد. ترتیب میزان تجمع رنگدانه‌ها در بافتهای پوششی سرپوش آبششی، در گروههای تیماری ماهیان تغذیه‌شده با کرمهای پرورش‌یافته با برگ‌های کلم‌برگ‌قرمز، غده‌چغندرقرمز و هویج و سپس شاهد بوده است. میانگین غلظت

**غلظت بافتی کارتنوئید:** نتایج نشان می‌دهد که غلظت تجمع یافته کارتنوئیدها در بافتهای معین نمونه‌برداری شده از ماهیان تحت تیمارهای آزمایش باهم برابر نبوده و میانگین‌های این غلظت در تیمارهای مختلف نیز باهم تفاوت معنی‌داری داشته‌اند ( $P < 0.05$ ). با توجه به نتایج جدول ۱ بیشترین تجمع رنگدانه‌های نارنجی در میان بافت

قضایوت قرار گیرند. نتایج نشان داد که از نظر رنگ‌پذیری باله‌ها و دم در گروه‌های آزمایشی، بیشترین تأثیر مربوط به تیمار مرتبط به کرم‌های تغذیه‌شده با غده چغندر قرمز بوده است و سایر گروه‌های تیماری نیز از نظر میزان کارتنوئیدهای تجمع یافته در باله‌های دم و پستی باهم تفاوت معنی‌داری داشته‌اند. ترتیب بعدی غلظت رنگدانه‌ها در این بخش مربوط به گروه‌های تیماری کرم‌های تغذیه‌شده با برگ کلم‌قرمز، هویج و کرم‌های شاهد بوده‌اند. از نظر غلظت تجمع یافته کارتنوئیدها به‌طور کلی در سه بخش نمونه‌برداری شده از بافتها یعنی پوست و باله‌ها تأثیر افزودن غده چغندر قرمز به غذای کرم‌خاکی مورد تغذیه ماهیان بیش از سایر محصولات گیاهی در نظر گرفته‌شده بوده و برگ کلم‌بنفش پس از غده چغندر قرمز بیشترین تأثیر را نشان داد. تنها در روی سرپوش برانشی میزان غلظت کارتنوئیدها در گروه‌هایی که کرم‌های تغذیه‌شده با برگ کلم‌بنفش را مورد مصرف قرار داده بودند، بیشتر بوده است.

کارتونوئیدها و تجمع رنگدانه‌ها در پوست گروه‌های تیمار و شاهد نشان داد که تجمع رنگدانه‌ها در اثر تغذیه ماهیان با کرم‌های خاکی پرورش‌یافته با غده چغندر قرمز به‌طور معنی‌داری از سایر گروه‌های تیماری و شاهد بیشتر بوده است. بروز رنگ‌بر روی پوست ماهیان در دو گروه از کرم‌های تغذیه‌شده با کلم‌برگ قرمز و هویج تازه بیشتر از گروه شاهد تغذیه‌شده‌ی با کرم‌خاکی تغذیه‌شده با غذای معمولی یعنی خاک‌برگ و کود خشک دامی بود. در گوشت ماهیان (فیله) مورد آزمایش اثر کرم‌خاکی تغذیه‌شده با چغندر قرمز تازه بیشتر از سایر گروه‌های تیماری بوده است. کرم‌های خاکی تغذیه‌شده با تیمارهای چغندر قرمز تازه، کرم‌های شاهد بدون غذای گیاهی افزودنی، کلم و هویج به ترتیب بیشترین تأثیر را در رنگ‌دهی به فیله ماهی‌ها داشته‌اند. باله‌ها و به‌ویژه باله‌های دم و پستی از سایر مناطق روی بدن ماهیان زودتر رنگ‌های بروز کرده بر روی بدن را نشان می‌دهند و این بخش‌ها می‌توانند برای تجمع کارتنوئیدها و سنجش آن به‌خوبی مورد

جدول ۱ - نتایج سنجش غلظت کارتنوئیدها در عصاره بافتهای مختلف ماهیان پرت در پایان دوره آزمایش

تیمار				
نوع جیره کرم‌های خاکی	سرپوش برانشی	پوست	گوشت	باله‌دمی و پستی
پرورش یافته				
شاهد-کود حیوانی	۰/۷۴ ± ۰/۰۲ c	۰/۱۳ ± ۰/۰۵ c	۰/۰۲۵ ± ۰/۰۰۵ b	۰/۲۵ ± ۰/۰۹۹ c
برگ کلم بنفش	۳/۵ ± ۰/۵۵ a	۰/۳۲ ± ۰/۰۶ b	۰/۰۱۶ ± ۰/۰۰۳ b	۳/۶ ± ۰/۲۵ b
هویج	۱/۳۵ ± ۰/۱۴ b	۰/۳۰ ± ۰/۰۴ b	۰/۰۰۴ ± ۰/۰۰۱ c	۲/۸۳ ± ۰/۱۹ b
چغندر	۱/۷۲ ± ۰/۲۲ b	۰/۵۸ ± ۰/۰۹ a	۰/۰۳۹ ± ۰/۰۰۱ a	۴/۹۱ ± ۰/۵۸ a
F, P<0.05 One Way ANOVA Duncan test				
غلظت کارتنوئیدی µg/gr				

(کالرمیتر) تفاوت معنی‌داری را در هیچ‌یک از پارامترهای موردنظر برای قضایوت در خصوص تفاوت اولیه در رنگ نمونه‌ها نشان نمی‌دهد. به‌این‌ترتیب اختلاف رنگ اولیه ماهیان برای همه ماهیان گروه‌های شاهد و تیمار در ابتدای

رنگ سنجی ماهیان سطح پوست با استفاده از دستگاه کالرمیتر: نتایج اولین رنگ‌سنجی بعد از دوره سازگاری گروه‌های مورد آزمایش از ماهیان نشان می‌دهد که سنجش رنگ ظاهری پوست ماهیان با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج

از نظر مقدار پارامتر نشان‌دهنده رنگ زرد (تمایل رنگ آبی به زرد) یعنی  $b^*$  بهترین جلوه مربوط به گروه کلم و کمترین مربوط به گروه شاهد ( $P < 0.05$ ) بوده است. گروه شاهد از نظر آماری با گروه کرم‌های پرورش‌یافته با غذای غنی‌شده با هویج و نیز چغندر قرمز اختلاف معنی‌داری نداشته است و تنها با گروه کرم‌های تغذیه‌شده کلم اختلاف معنی‌داری داشته است. به‌طور کلی در بروز رنگ قرمز یا پارامتر  $a$  و رنگ زرد یا پارامتر  $b$  سه گروه تغذیه‌شده با غذاهای کرم‌های پرورش‌یافته با غذای غنی از رنگدانه‌های طبیعی از گروه شاهد میانگین‌های به‌مراتب بزرگتری به‌عنوان القای رنگهای مطلوب به ماهیان داشته‌اند. از نظر تغییرات رنگ گروهها در خصوص رنگ زردتر پوست (از آبی به زرد) بازهم پارامتر  $b^*$  در سه گروه تیماری گفته‌شده از گروه شاهد جلوه بیشتری داشته است.

آزمایش یکسان بوده است و رنگ اولیه نمی‌توانست در میزان رنگ‌نهایی و بعدی گروهها تأثیرگذار باشد.

نتایج به‌دست‌آمده از سنجش پارامترهای نشان‌دهنده رنگهای ایجادشده بر روی پوست ماهیان با استفاده از دستگاه کالرمتر در هفته هشتم و بعد از پایان دوره آزمایشی غذاهای تیماری و نیز شاهد نشان می‌دهد (جدول ۳) که اختلاف میان گروههای تیماری در درخشش پوست یعنی بزرگی پارامتر  $L^*$  و نیز بروز رنگ زرد یعنی بزرگی پارامتر  $b^*$  معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) ولی از نظر میانگین قرمزی پوست  $a^*$  اختلاف میان گروهها غیرمعنی‌دار بوده است ( $P < 0.05$ ). گروه شاهد با داشتن کوچکترین متوسط پارامتر  $a^*$  کمترین قرمزی رنگ پوست را نشان داد. اختلاف گروه شاهد با گروه کرم‌های پرورش‌یافته تحت تغذیه مکمل برگ کلم‌بنفش از نظر قرمزی رنگ پوست معنی‌دار و با دو گروه دیگر این اختلاف معنی‌دار نبود.

جدول ۲- نتایج سنجش رنگ پوست با استفاده از پارامترهای رنگ سنجی  $L^*a^*b$  در ابتدای آزمایش

L	a	b	کرم‌های خاکی غذادهی شده با :
$86/90 \pm 3/65$	$-2/80 \pm 2/03$	$4/83 \pm 5/5$	شاهد
$80/03 \pm 6/22$	$-7/07 \pm 3/40$	$2/58 \pm 3/18$	هویج
$81/61 \pm 1/5$	$-1/01 \pm 1/79$	$3/73 \pm 5/34$	برگ کلم بنفش
$85/10 \pm 3/80$	$-2/80 \pm 2/13$	$3/80 \pm 1/43$	غده چغندر قرمز
<b>Non sig.</b>	<b>Non sig.</b>	<b>Non sig.</b>	<b>F, P&lt;0.05</b>

**Non sig.** : غیر معنی‌دار

جدول ۳ - نتایج سنجش رنگ پوست با استفاده از پارامترهای رنگ سنجی  $L^*a^*b$  بعد از هشت هفته غذادهی ماهیان پرت با کرم‌های خاکی غذادهی

شده با گیاهان غنی از کاروتنوئیدهای طبیعی (mean±SD)

L*	a*	b*	کرم‌های خاکی غذادهی شده با
$70/60 \pm 4/10$ a	$-6/0 \pm 3/30$ b	$3/73 \pm 1/4$ b	شاهد
$46/90 \pm 8$ b	$0/36 \pm 1/70$ ab	$4/54 \pm 2/2$ ab	هویج
$43/67 \pm 2$ b	$2/63 \pm 1$ a	$8/40 \pm 1/14$ a	برگ کلم بنفش
$51/50 \pm 4/23$ b	$1/69 \pm 2/90$ ab	$5/60 \pm 1/9$ ab	غده چغندر قرمز
<b>*p&lt;0.05</b>	<b>*p&lt;0.05</b>	<b>*p&lt;0.05</b>	<b>F, P&lt;0.05 , One Way ANOVA Duncan test</b>

## بحث

آبششی، باله‌ها و دم داشته‌اند. نتایج سنجش رنگ در سطح پوست که در این آزمایش در نقطه‌ی پشت سرپوش برانشی و بالای خط جانبی ماهیان انتخاب شد نیز نشان داد که کرم‌های خاکی تغذیه‌شده با گیاهان غنی از کاروتنوئید نسبت به ماهیان شاهد تغذیه‌شده بدون غذاهای غنی از رنگدانه، رنگهای قرمز و زرد بیشتری را تولید کرده‌اند که البته در این روش سنجش میزان تأثیر برگ کلم‌بنفش در ایجاد هر دو رنگ قرمز (\*a) و رنگ زرد (\*b) بهتر بود و سپس تیمار غده چغندر قرمز بیشترین تأثیر را نشان داد. در خصوص یکسان نبودن تأثیر مواد غذایی در دو روش سنجش به کار گرفته‌شده از نظر مقادیر عددی به‌دست‌آمده در آزمایش از دو ماده غذایی مورد تغذیه کرم‌های خاکی می‌توان عنوان نمود که در روش سنجش غلظت کاروتنوئیدها در درون بافتها، غلظت رنگدانه‌های مربوط به بخش بافت پوششی سرپوش آبشش، در گروه تیمارهای مربوط به برگ کلم‌بنفش بیشترین و در روش سنجش رنگ روی سطح پوست ماهیان با دستگاه کالرمتر که نقطه‌ی سنجش دستگاه نزدیک به سرپوش برانشها در نظر گرفته‌شده بود نیز تیمار تغذیه با کرم‌های پرورش‌یافته با برگ کلم‌بنفش مؤثرتر از سایر تیمارها بوده است. در نتیجه می‌توان گفت که تأثیرپذیری سلولهای تجمع رنگدانه در اطراف و روی سرپوش برانشی از نوع رنگدانه‌های برگ کلم‌بنفش نسبت به دیگر گیاهان غذایی به کار گرفته‌شده بیشتر از سایر اندام‌ها مانند باله‌ها بوده است و در حقیقت دو نتیجه بدست آمده از دو روش سنجش متفاوت نیز، همدیگر را تأیید می‌کنند.

علی‌رغم ترتیب عنوان‌شده در میزان تجمع کاروتنوئیدها در قسمت گوشت فیله و تأثیر بیشتر تغذیه ماهیان با کرم تغذیه‌شده با چغندر قرمز می‌توان عنوان نمود که، به‌طورکلی غلظت کاروتنوئیدها در این آزمایش در گوشت قابل توجه نبوده و نسبت به میانگین‌های سنجش شده میزان بالایی نداشته است. به نظر می‌رسد برای رسیدن به رنگ بیشتر در گوشت ماهی دوره غذایی باید افزایش یابد.

در این تحقیق تلاش شد تا نقاط و بافتها از نظر میزان رنگ نهایی در ماهیان موردتوجه برای سنجش رنگ قرارگیرد که بیانگر رنگ‌پذیری و سیمای مناسب این ماهیان به‌عنوان یک ماهی زینتی در اثر تیمارهای آزمایشی باشند. تنوع ماده غذایی بکار گرفته‌شده در پرورش کرم‌های خاکی مورد تغذیه‌ی ماهیان و نیز واکنش مناسب رفتاری ماهیان در تمایل به خوردن آنها در این آزمایش می‌تواند انتخاب و به‌کارگیری تک‌تک یا ترکیبی از این محصولات گیاهی را با توجه به فصل، فراوانی و قیمت تمام‌شده برای پرورش کرم‌خاکی به علاقه‌مندان به پرورش ماهیان زینتی ارائه کند و از مشکلات پرورش بی‌مهرگان آبی مانند روتیفرها که به شیوه‌های مختلف از جمله تغذیه مستقیم یا غنی‌شده برای لاروها و بچه‌ماهی به‌عنوان غذای زنده مورد استفاده می‌گیرند کاسته شود. مشکلاتی مانند شرایط سخت پرورش و نگهداری آنها که باوجود آن، تولید آنها نیز با زیست‌توده بالایی همراه نیست و کیفیت آب آنها نیز در کیفیت جمعیت تولیدشده آنها بسیار تأثیر دارد (۲). در این آزمایش حتی تأثیر متفاوت نوع محصول گیاهی مورد تغذیه کرم‌های خاکی را نیز بر روی رنگ گروه‌های ماهیان می‌توان از نتایج به‌دست‌آمده مشخص نمود. مقادیر عددی غلظت کاروتنوئیدهای تجمع یافته در درون بافتهای پوششی ماهیان پرت و نیز اختلاف آماری مشاهده شده در میان تیمارهای مختلف و گروه شاهد در بخش نتایج نشان داد که تغذیه ماهیان با کرم‌های خاکی پرورش‌یافته با چغندر قرمز در بافتهای پوست و باله‌ها بیشترین تجمع کاروتنوئید را داشته و تغذیه ماهیان با کرم‌های پرورش‌یافته با برگ کلم‌بنفش در رنگ‌پذیری بیشتر بخش سرپوش آبششی مؤثر بوده است. در حالیکه ماهیان شاهد تغذیه‌شده با کرم‌های خاکی پرورش داده‌شده بدون جیره غنی از رنگدانه‌های گیاهی کمترین تجمع کاروتنوئید را در همه‌ی بخشهای سنجیده شده سطحی بدن یعنی پوست، سرپوش



به صورت مستقیم به جز موارد استفاده از جلبک‌های ریز و پودر شده در جیره (۴، ۵، ۶) و نیز به صورت عصاره، به دلیل مشکلات و وقت‌گیر بودن عصاره‌گیری و یا کپک زدن غذا در صورت اسپری کردن محلول‌های عصاره در هزینه سرانه خدمات‌ها با بازده مناسبی همراه نیست و تنها استفاده از کاروتنوئیدهای موجود در گیاهانی مانند یونجه (*Medicago sativa*) به عنوان منبع کاروتنوئید طبیعی (۲۲) و یا اثر گل همیشه‌بهار (۱۷) در رژیم غذایی ماهیان نزدیک به گیاهخواری مانند گلدفیش می‌تواند طور مستقیم امکان‌پذیر باشد. حال آنکه مطابق تحقیق جاری با یک واسط غنی از پروتئین همچون کرم‌خاکی این گیاهان خود یا ترکیبات غنی آنها می‌توانند مستقیماً به بدن مصرف‌کننده گوشتخوار نیز وارد گردند.

جدای از نتیجه‌ی موفق به‌کارگیری این روش تغذیه برای ماهیان زینتی پرت، به نظر می‌رسد برای به‌کارگیری بدون دغدغه کرم‌خاکی به منظور یک جانور مصرف‌کننده هدف‌مند مواد گیاهی و با کاربردی دو منظوره به عنوان یک ماده غذایی تأمین‌کننده پروتئین (۷) و نیز غنی‌شده با ترکیبات ثانویه حاصل از تغذیه با مواد گیاهی ویژه با پاسخ به این سؤال امکان‌پذیر است که کرم خاکی تغذیه‌شده از نظر ترکیبات بدنی تا چه میزان از ترکیبات مورد هدف اولیه غنی می‌گردد و تغذیه ماهی مورد نظر با کرم‌خاکی تا چه حد با مسائلی مانند وجود یا عدم وجود مواد بازدارنده رشد در بدن کرم‌خاکی مواجه خواهد شد. پاسخ به این سؤال با کارهای بعدی محققین قابل انجام خواهد بود.

توجه ویژه در خصوص ضرورت تأمین مواد مفید برای ماهیان زینتی با روش‌های مختلف افزودن ترکیبات مورد نظر متخصصان در غذا و یا استفاده از موجوداتی که خود باعث ایجاد رنگ مطلوب در بدن ماهیان می‌شوند در گزارش‌های محققان دیده می‌شود (۳، ۹، ۱۳ و ۲۳) ولی گزارشی از آزمایش انجام‌شده برای به‌کارگیری کرم‌خاکی تغذیه‌شده و پرورش‌یافته با گیاهان غنی از کاروتنوئید یا سایر مواد ضروری برای تغذیه ماهیان یا آزمایش‌هایی مشابه در منابع مورد مطالعه در زمان نگارش این تحقیق مشاهده نشد. محققین اعتقاد دارند که با توجه به نقش کاروتنوئیدها در رشد، تحریک ایمنی و رنگ، استفاده از منابع کاروتنوئیدی در جیره غذایی آبزیان ضروری است (۱۱) و افزایش سطوح رنگدانه در جیره غذایی موجب افزایش کاروتنوئید در بدن ماهیان می‌گردد (۱۵، ۱۶) که به نظر می‌رسد استفاده از روش بکار گرفته‌شده در آزمایش جاری علاوه بر تأمین رنگ ظاهری ماهی در تأمین جیره‌ای با کاروتنوئیدهای طبیعی نیز بازده مناسبی داشته باشد. البته برای قضاوت قطعی در خصوص اعلام میزان و چگونگی بالا رفتن مقادیر کاروتنوئید یا هر ترکیب ضروری در کرم‌های خاکی پرورش داده‌شده با جیره‌های مختلف، باید تحقیق ویژه و سنجش میزان این ترکیبات در بافتهای کرم‌های خاکی در دوران پرورش انجام گیرد که می‌تواند گام بعدی تکمیل‌کننده نتایج این آزمایش یا آزمایشهای مشابه دیگر باشد.

از سویی به دلیل امتناع ماهیان گوشتخوار از رژیم علفخواری، استفاده از مواد گیاهی برای این ماهیان

## منابع

۱. پوراویلی ای.، و رنجبر ب.، ۱۳۹۰. اثر عصاره دانه‌های هویج (*Daucus carota*) بر سطح سرمی گلوکز، لیپیدها و لیپوپروتئینها در موشهای صحرایی نر دیابتی نوع I، مجله زیست‌شناسی ایران، جلد ۲۴، شماره ۵، صفحات ۶۷۹-۶۸۷.
۲. سیدی آب الوان، م.، قزایی، ه.، و غفاری ر.، ۱۳۹۴. اثر فلز جیوه (Hg) بر رشد و تراکم جمعیت روتیفر آب شیرین *Brachionus calyciflorus*. مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، دوره ۲۸، شماره ۳، صفحات ۳۴۳-۳۵۲.
۳. صدیگر، م.، حافظیه، م.، و نکوئی فرد، ع.، ۱۳۹۴. مقایسه تأثیر تغذیه با پریان میگو *Phalacrocyptus spinosa* و آرتیمیا *Artemia urmiana* بر مقدار رنگدانه‌های کاروتنوئیدی

- بر تغییرات رنگ پوست در قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، فصلنامه محیط‌زیست جانوری، سال دوم، شماره ۲، صفحات ۵۷-۶۶.
۷. قاسم‌زاده، ف.، آوان، ا.، حسینیان‌مهر، م.، کرمانشاهی، ح.، ۱۳۸۹. پرورش کرم خاکی *Eisenia foetida* و اهمیت آن در تولید مکمل غذای طیور و Vermicompost. مجله پژوهش‌های علوم جانوری (زیست‌شناسی ایران)، جلد ۲۶، شماره ۲، صفحات ۱۹۳-۲۰۰.
۸. مشعل‌چی، م.، علیشاهی، م.، جواهری بابلی، م.، حجازی، م.ا.، ۱۳۸۹. مقایسه اثر آستاگزانتین و جلبک دونالیلا سالیئا (*Dunaliella salina*) بر رنگ پوست ماهی اسکارسفید (*Astronorus ocellatus*)، مجله بیولوژی دریا، سال دوم، شماره ششم، صفحات ۸۵-۸۳.
9. Ako, H., Tamaru, C.S., Asano, L., Yuen, B., and Yamamoto, M., 1999. Achieving natural coloration in fish under culture, UJNR Technical Report No. 28, 4 p.
10. Ahilan, B., Jegan, K., Felix, N., and Ravaneswaran, K., 2008. Influence botanical additives on the growth and colouration of Adult goldfish, *Carassius auratus* (linnaeus), Tamil Nadu J. Veterinary & Animal Sciences. 4 (4), PP: 129-134.
11. Diler, I., and Dilek, K., 2002. Significance of pigmentation and use in aquaculture, J Fish of Aquatic Sciences. 2, PP: 97-99.
12. Fuji, R., 1969. Chromatophores and Pigments. In: Hoar WS, Randall DJ (eds) Fish physiology. Reproduction and growth, Bio luminescence, pigments and poisons, vol 111, Academic Press, New York, PP: 301-353
13. Goswami, C., and Zade, V.S., 2015. Effect of *Daucus carota* and *Beta vulgaris* on Color of *Anabus testudineus*. Journal Fisheries and Aquaculture 6 (3), PP: 132- 135.
14. Gouveia, L., Rema, P., Pereira, O., and Empis, J., 2003. Colouring ornamental fish (*Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*) with microalgal biomass, Aquaculture Nutrition. 9, PP: 123-129.
15. Lee, C.h.R., Pham, M.A., and Lee, S.M., 2010. Effects of Dietary Paprika and Lipid Levels on Growth and Skin Pigmentation of Pale Chub (*Zacco platypus*), Asian-Aust. J. Anim. Sci. 23(6), PP: 724 – 732.
16. Liang, Y., Bai, D., Yang, G., Wei, D., Guo, M., Yan, S.h., Wu, X., and Ning, B., 2012. Effect of پوست ماهی گلدفیش *Carassius auratus*. مجله علمی شیلات ایران، جلد ۲۴، شماره ۱، صفحات ۱۳-۲۵.
۴. طالبی، م.، خارخار، ح.، ذریه، ز.س.ش.، خدابنده لو، آ.، قبادی، ش.، و میررسولی، ا.، ۱۳۹۱. بررسی اثر رنگدانه آستاگزانتین روی رشد، رنگ‌پذیری و فاکتورهای نخونی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، مجله آبزیان و شیلات، دوره ۳، شماره ۱، صفحات ۷۹-۷۱.
۵. علیشاهی، م.، کرمی‌فر، م.، مصباح، م.، و زارعی، م.، ۱۳۹۳. مقایسه اثر آستاگزانتین و جلبک دونالیلا سالیئا (*Dunaliella salina*) بر میزان کاروتنوئید پوست، پراکسید لیپیدها و رنگ ماهی سوروم (*Heros serverus*)، مجله تحقیقاتی دامپزشکی، دوره ۶۹، شماره ۱، صفحات ۱۰۲-۹۵.
۶. عمادی، ح.، امانی نژاد، پ.، امتیازجو، م.، و حسین‌زاده صحافی، ه.، ۱۳۸۹. بررسی اثر جلبک دونالیلا (*Dunaliella salina*) Astacin on Growth and Color Formation of Juvenile Red-White Ornamental Carp (*Cyprinus carpio* var. koi L), Journal of Aquaculture. 64, PP: 6-12.
17. Martínez, A.A.D., Orbe-Rogel, J.C., Vanegas-Espinoza, P.E.G., Quintero-Gutiérrez, A.G., and Lara-Flores, M., 2013. The effect of marigold (*Tagetes erecta*) as natural carotenoid source for the pigmentation of goldfish (*Carassius auratus* L.), Journal of Fisheries and Hydrobiology, 8(2), PP: 31-37.
18. Rodriguez-Amaya, D.B., 2001, A guide to carotenoid analysis in food. International Life Sciences Institute. USA. 63 p.
19. Rodriguez-Amaya, D.B, and Kimura, M., 2004. Harvest Plus-Handbook for Carotenoid Analysis. Harvest-Plus, Technical monograph series 2. Washington, DC. 58 p.
20. Rymbai, H., Sharma, R.R., and Srivastav, M., 2011. Biocolorants and its implications in Health and Food Industry-A Review, International Journal of PharmTech Research. 3(4), PP: 2228-2244.
21. Wang, Y.J., Chien, Y.H., and Pan, C.H., 2006. Effects of dietary supplementation of carotenoids on survival, growth, pigmentation, and antioxidant capacity of characins, *Hyphessobrycon callistus*. Aquaculture. 261, PP: 641-648.
22. Yanar, M., Zeynep Erçen., Z., Özlüer Hunt, A., and Büyükçapar, H.M., 2008. The use of alfalfa, *Medicago sativa* as a natural carotenoid source in diets of goldfish, *Carassius auratus*, Aquaculture. 284. PP: 196-200.

23. Yam, K.L., and Papadakis, S.E., 2004. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces Journal of food Engineering, 61, PP: 134-142.
24. Yedier, S., Gümüs, E., Livengood, E.J., and Chapman, F.A., 2014. The relationship between carotenoid type and skin color in the ornamental red zebra cichlid *Maylandia estherae* AACL Bioflux, 7(3), PP: 207-214.
25. Web site of SPSS Product Home at : <http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss>.

## **Enhancement of Coloration Performance of the Ornamental Parrot Fish (*Amphilophus citrinellus* x *Paraneetroplus melanurus*) Using Fed Earthworms Reared by High Natural Pigment Plants**

**Shahgholian T. and Fattollahi M.**

Aquaculture Dept., Natural Resources and Earth Sciences Faculty, Shahr e Kord University, Shahr e Kord, I.R. of Iran

### **Abstract**

Three treatment and control groups were established in a CRD experimental plan with three repeats on 144 fish of approximately initial weight of  $2.7 \pm 0.1$  gr. to study of the ornamental parrotfish skin colorization fed earthworms *Eisenia fetida* reared by many natural pigment plant resources as carrot, red beetroot and red cabbage. Feeding trial was conducted to assess the effect of supplementary dietary these reared earthworm with commercial dialy diet (one time a day of total three). Control groups were fed supplementary on the common reared earthworms for the entire experiment. The pigment accumulation (red-orange pigments) on the many tissues of the reared fish as skin, dorsal fins, tail, operculum and so the flesh, obtained by the possibly effect of special fed earthworm diets were measured spectrophotometrically. Final measurments of the skin coloration were done with Color Meter set TES 135 ( $L^*a^*b$  parameters) andso by carotenoid concentration measurement method. Therefore, it was determined the natural plant pigment sources of the red beetroot had an increasing effect on the colorization of the dorsal fin and tail, skin and flesh of the reared fish as well the red cabbage on the operculum of the fish ( $P < 0.05$ ). Concerning the fish feature coloration, the earthworm reared by the red gabbage, beetroot and carrot extract in diets of treatment groups presented adequate colorimetric ( $L^*a^*b$ ) values throughout the days after 8-weeks feeding in coparision with controls.

**Key words:** couloration, earthworm, ornamental parrotfish, natural pigments