

تأثیر رنگدانه‌های طبیعی (پودر فلفل دلمه و گوجه‌فرنگی) در تغییرپذیری رنگ

ماهی فلاورهورن (*Cichlasoma sp.*)

- آرزو عظیمی*: گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق‌پستی: ۴۳۶۴-۴۱۶۳۵
- وحید تقی‌زاده: گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق‌پستی: ۴۳۶۴-۴۱۶۳۵
- محمدرضا ایمانی‌پور: گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق‌پستی: ۴۳۶۴-۴۱۶۳۵

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۲

چکیده

در این تحقیق اثر سه جیره آزمایشی که شامل جیره شاهد که فاقد مواد رنگدانه‌ای اضافه بوده و دو جیره حاوی رنگدانه طبیعی و گیاهی شامل جیره حاوی پودر فلفل دلمه قرمز و جیره حاوی پودر پوست گوجه‌فرنگی بر روی شاخص‌های رنگی شدن ماهی فلاورهورن (*Cichlasoma sp.*) مورد بررسی قرار گرفت. تعداد ۴۵ ماهی فلاورهورن در ۹ آکواریوم به تعداد مساوی ۵ ماهی در هر آکواریوم و به‌طور کاملاً تصادفی توزیع شدند. بعد از تیمار بندی به مدت ۸ هفته ماهیان با جیره‌های آزمایشی مورد تغذیه قرار گرفتند. ماهیان با جیره حاوی ۱۰ گرم بر کیلوگرم پودر فلفل دلمه و گوجه‌فرنگی تغذیه شدند. در پایان آزمایش از هر تیمار ۶ ماهی (هر تکرار ۲ ماهی) در قالب طرح کاملاً تصادفی برای اندازه‌گیری کاروتنوئید کل انتخاب شد، و مقدار کاروتنوئید کل از روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد. سپس شاخص‌های رنگی شدن از نظر معنی داری با روش One-way ANOVA در نرم‌افزار SPSS ۱۹ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بین تیمار تغذیه شده با جیره حاوی پودر فلفل دلمه با سایر تیمارها ارتباط معنی‌داری مشاهده شد ($P < 0/05$). تیمارهای تغذیه شده با غذای حاوی پودر فلفل دلمه مقدار غلظت بیش‌تری از کاروتنوئید را در خود نشان دادند ($0/05$ میکروگرم در گرم). بین تیمار تغذیه شده با رنگدانه حاوی پودر پوست گوجه‌فرنگی و تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0/05$).

کلمات کلیدی: رنگدانه طبیعی، فلفل دلمه قرمز، گوجه‌فرنگی، اسپکتروفتومتری



مقدمه

فلاورهورن یکی از زیباترین ماهی‌های آب شیرین است که نسبت به سیکلیدهای دیگر قیمت بالایی دارد، که دارای گونه‌ها و رنگ‌های متنوعی است. این ماهی از گونه‌های مهم اقتصادی می‌باشد و دو رگه‌ایی از ماهیان سیکلید گلد تریماکو (*Amphilophus trimacalatus*)، ماهی میداس (*Amphilophus citrinellus*) و سیکلید سر قرمز (*Vieja synspilus*)، که متعلق به آمریکای جنوبی هستند، می‌باشد (Kupittaynant و Kinchareon، ۲۰۱۱؛ Nico و همکاران، ۲۰۰۷).

اصولاً آبیان از لحاظ قابلیت تبدیل کاروتنوئیدهای موجود در جیره آستاگزانتین در سه دسته کلی قرار می‌گیرند (افشارمازندران، ۱۳۸۱):

۱- آن‌هایی که مانند ماهی آزاد و قزل‌آلا فقط می‌توانند از خود آستاگزانتین استفاده کنند، در واقع حیواناتی که نمی‌توانند تبدیلی انجام دهند (آزاد ماهیان).

۲- آن‌هایی که می‌توانند لوتئین یا زگزانتین را به آستاگزانتین تبدیل کنند (کپور ماهیان).

۳- آن‌هایی که می‌توانند آستاگزانتین را از بتاکاروتن بسازند و زگزانتین و سایر رنگدانه‌های واسط مانند کانتاگزانتین را نیز به آستاگزانتین تبدیل کنند (تقریباً همه سخت‌پوستان).

مواد و روش‌ها

این تحقیق از اسفند ماه ۱۳۹۱ تا اردیبهشت ماه ۱۳۹۲ در مرکز تحقیقات آبی‌پروری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صورت گرفت.

آکواریوم‌های شیشه‌ایی با ابعاد ۳۰×۴۰×۷۰ سانتی‌متر به‌منظور نگهداری ماهیان استفاده شد. این آکواریوم‌ها ۶۰ لیتر آب‌گیری شدند و روزانه ۸۰ درصد آب آن‌ها عوض شد.

برای تهیه جیره، غذای کنسانتره تجاری (بیومار ساخت شرکت فرانسه) پودر شد و به‌عنوان جیره پایه استفاده گردید. ترکیبات تقریبی این جیره شامل ۴۷٪ پروتئین، ۸/۵٪ چربی، ۱۰/۵٪ خاکستر و ۶٪ رطوبت بود. برای تولید غذای تیمار طبیعی، پودر خشک‌شده فلفل‌دل‌مه قرمز و پوست گوجه‌فرنگی به‌میزان ۱۰ گرم در کیلوگرم در ۱ گرم روغن ریخته شد (۳) و به بیومار پودر شده اضافه گردید و سپس با کمی آب مخلوط و

در کسب و کار ماهی زینتی، توانایی پاسخگویی به نیازهای مشتریان برای تولید ماهی‌های با کیفیت بالا است که همیشه عامل حیاتی است (Chuan Lim و همکاران، ۲۰۰۳). یکی از مهم‌ترین ملاک کیفیت ارزش بازاری ماهیان زینتی رنگ آن‌ها می‌باشد (Wang و همکاران، ۲۰۰۶). یکی از مهم‌ترین مشکلات تولیدکننده‌های گونه‌های تجاری و پرورش‌دهندگان، بر روی گونه‌هایی است که رنگشان را طی فرایند تولید از دست می‌دهند. بنابراین تقاضای مصرف‌کننده‌ها برای آن‌ها پایین است. غذایی که به این گونه‌ها داده می‌شود باید اجزاء غذایی مورد نیاز را برای به‌دست آوردن رنگ مطلوب داشته باشد (kop و Durmaz، ۲۰۰۷). اگرچه بعضی از تولیدکنندگان برای جذب مصرف‌کننده‌ها، بالاتر بردن سودشان و تولید ماهیانی با رنگ‌های روشن‌تر و درخشان‌تر از هورمون‌ها و رنگ‌های مصنوعی استفاده می‌کنند. با این وجود رنگ‌هایی که از این روش به‌دست می‌آیند ثابت نیستند و پس از مدتی ماهی رنگ خود را از دست می‌دهد (kop و Durmaz، ۲۰۰۷). در تحقیقی که توسط مقدسی و همکاران (۱۳۸۹) روی روش‌های رنگ‌آمیزی مصنوعی سیکلید گرین ترور (*Aequidens rivulatus*) انجام شد، بروز تلفات بالا ناشی از استرس دستکاری قبل و بعد از بی‌هوشی و ورود ماده رنگی به درون خون ماهی، مشاهده شد. بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق در مشاهدات اثر سوء ناشی از دستکاری و تزریق بر ماهیان، تولید و خرید و فروش ماهیان زینتی رنگ‌آمیزی شده با روش تزریق برای رعایت حقوق حیوانات به هیچ وجه توصیه نمی‌شود.

رنگ ماهیان عمدتاً به‌دلیل حضور کروماتوفور که محتوی رنگدانه است بوده که معمولاً بر روی پوست حضور دارند. چهار گروه رنگدانه اصلی مسؤول ایجاد رنگ در بافت و پوست حیوانات و گیاهان می‌باشند که عبارتند از: ملانین، پورین، پریدوم و کاروتنوئید. کاروتنوئیدها که به‌راحتی در چربی حل می‌شوند دامنه رنگی زرد تا قرمز را در پوست ایجاد می‌نماید. هم‌چنین مسئول رنگ‌های نارنجی و سبز در تخم، پوست و گوشت ماهیان می‌باشد (Fuji، ۱۹۶۹). کاروتنوئیدها گروهی از رنگدانه‌های طبیعی و جزء ریزمغذی‌ها می‌باشند، یکی از منابع اصلی تامین رنگ بدن آبیان به‌شمار می‌روند و ضروری است که به جیره غذایی آبیان اضافه شوند (Guerin و همکاران، ۲۰۰۳؛ Christiansen و همکاران، ۱۹۹۴).



کل به طور تصادفی انتخاب شد و در همان روز مرحله اول آزمایش انجام گردید. آنالیز کاروتنوئید پوست ماهی، انجام شد (۱۶). ۶ ماهی از هر تیمار برای آنالیز کاروتنوئید، به طور تصادفی انتخاب شدند. نمونه پوست ماهیان از هر دو طرف بدن، بین ناحیه شکمی و سینه‌ای برداشته شد. ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه پوست درون لوله فالکن ۲۰ میلی‌لیتری قرار گرفت و سپس ۱۰ میلی‌لیتر استون ۱ گرم سولفات سدیم بدون آب به نمونه اضافه و سپس هم‌وزن شدند.

نمونه‌ها به مدت ۳ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری شدند و سپس توسط کاغذ صافی واتمن ۱ شماره ۴ فیلتر شدند. عصاره حاصل ۳ یا ۴ بار با ۱۰ میلی‌لیتر استون شسته شد و سپس میزان رنگدانه در ۴۵۰ نانومتر، توسط دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد (۵ و ۱۷).

برای تجزیه و تحلیل آماری از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها با کمک آزمون چند دامنه دانکن و در سطح ۵ درصد انجام شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS اجرا شد.

نتایج

نواحی رنگی در کلیه تیمارها تقریباً مشابه بود. به طوری که ابتدا بخش سینه‌ای و سپس ناحیه زیر باله پشتی رنگ بیش‌تری را از خود نشان دادند.

آنالیزهای اسپکتروفتومتری برای مشاهده تغییرات رنگ پوست ماهیانی که با رنگدانه‌های مختلف تغذیه شده بودند صورت پذیرفت که نتایج آن به صورت شکل ۱ نشان داده شده است.

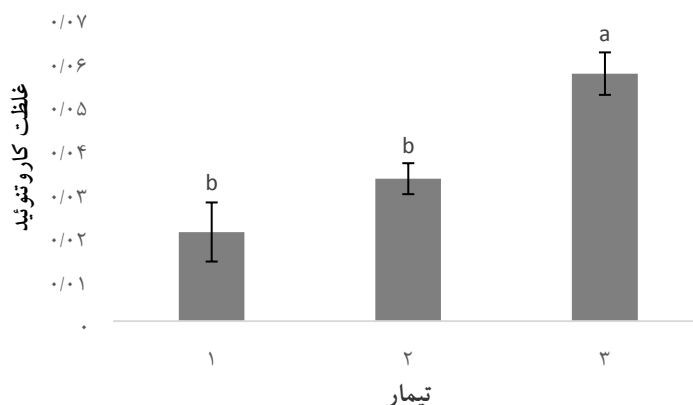
خمیر به دست آمده با استفاده از چرخ‌گوشت به شکل پلت درآورده شد. برای تولید غذای شاهد نیز از غذای بیومار بدون افزودن مواد رنگدانه‌ای همراه با ۱۰ گرم پودر سلولز استفاده شد. سلولز به عنوان پرکننده استفاده شد. همچنین برای برابر بودن مقدار چربی در جیره‌ها ۱ گرم روغن به غذای بیومار تیمار شاهد اضافه گردید.

ماهیان مورد استفاده در این طرح، از کارگاه تکثیرپرورش مرکزی قم تهیه شدند. ۴۵ عدد ماهی فلاورهورن (*Cichlasoma sp.*) با میانگین وزنی $5/12 \pm 30$ گرم و میانگین طول $1/23 \pm 10$ سانتی‌متر تهیه و در بهمن ۹۱ به مرکز تحقیقات آبی‌پروری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل گردید و در آکواریوم‌های ونیرو تا اوایل اسفند سازگار شدند. ماهیان انتخاب شده دارای بدن خاکستری با نقاط سیاه و کمی نارنجی می‌باشند. جنسیت این ماهیان در این تحقیق در نظر گرفته نشد و ماهیان به سن بلوغ نرسیده بودند.

پس از سازگاری کامل ماهیان با جیره غذایی و شرایط جدید، ماهیان به تعداد مساوی ۵ ماهی در هر آکواریوم و به طور کاملاً تصادفی توزیع شدند. از آنجا که این ماهیان قلمروطلب بوده و حتی با هم نوع خودش هم سازگاری نداشتند هر آکواریوم با تور به ۵ قسمت تقسیم شد. بعد از تیمار بندی به مدت ۸ هفته ماهیان با جیره‌های آزمایشی مورد تغذیه قرار گرفتند.

فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب مانند درجه حرارت، pH و اکسیژن محلول به صورت روزانه با استفاده از دستگاه (Water checker-U10, HURIBA, Japan) اندازه‌گیری شدند. میانگین دما، اکسیژن و pH به ترتیب $28/25 \pm 2/21$ درجه سانتی‌گراد، $6/1 \pm 0/51$ میلی‌گرم در لیتر و $8/13 \pm 0/02$ بود. بر اساس نتایج حاصله از زیست‌سنجی ماهیان، غذای روزانه هر آکواریوم محاسبه شد و پس از توزین برای هر یک از تکرارها بسته‌بندی شد و غذادهی دو بار در روز (ساعات ۹ و ۱۶) معادل ۲ درصد وزن بدن صورت گرفت. در پایان آزمایش بعد از برداشتن توره‌های بین ماهیان از هر تیمار ۶ ماهی (هر تکرار ۲ ماهی) برای اندازه‌گیری کاروتنوئید





شکل ۱: نمودار داده‌های (میانگین \pm انحراف معیار) غلظت کاروتنوئید ماهیان فلاورهورن تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

حروف انگلیسی غیر یکسان بیانگر اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

نشان دادند. بین تیمار ۲ که با جیره حاوی پودر پوست گوجه‌فرنگی تغذیه شدند و تیمار شاهد ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0/05$) (شکل ۲).

همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است بین غلظت کاروتنوئید در تیمارهای مختلف ارتباط معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/05$). ماهیانی که با جیره حاوی پودر فلفل‌دلمه تغذیه شدند، بیش‌ترین غلظت کاروتنوئید در پوست را



شکل ۲: تغییر رنگ ایجاد شده در تیمارها

از راست به چپ تیمار شاهد، گوجه‌فرنگی و فلفل‌دلمه می‌باشند.

کاروتنوئیدها، منبع اولیه رنگی شدن ماهیان زینتی می‌باشند. در این تحقیق تاثیر کاروتنوئیدهای طبیعی پودر فلفل‌دلمه و پودر پوست گوجه‌فرنگی در طول ۸ هفته پرورش، روی رنگ پوست ماهی فلاورهورن مورد بررسی قرار گرفت. نواحی رنگی در کلیه تیمارها تقریباً مشابه بود.

بحث

نوع رنگ ماهیان به‌وسیله سیستم‌های عصبی آندوکرینی کنترل شده اما منابع غذایی رنگدانه‌ها نیز نقش مهمی در تعیین رنگ ایفا می‌کنند (۵).

مواد گیاهی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت شامل رنگدانه از نوع کاروتن طبیعی بوده که مشاهده شد بعضی از این مواد همچون فلفل دلمه می تواند باعث تغییرات چشمگیری در رنگ پوست ماهی فلاورهورن شود. پیشنهاد می گردد نسبت دقیق ترکیب مواد غذایی گیاهی به عنوان منابع رنگدانه ای و اثر آن ها بر روی گونه های مختلف ماهیان، اندازه، تنوع رنگی و مدت زمان تغذیه به عنوان موضوعات جالب توجه جهت سایر پژوهش ها مدنظر قرار گیرد.

منابع

۱. افشارمازندران، ن.، ۱۳۸۱. راهنمای عملی تغذیه و نهاده های دارویی آبزیان در ایران. انتشارات نوربخش. ۲۱۶-۲۱۷.
۲. خانی پور، ا.؛ کرامت، ج.؛ حسینی پرور، ه.؛ معتمدزادگان، ع.؛ قربانی، ح. و شهیدی یاساقی، ا.، ۱۳۸۵. کاربرد کاروتنوئیدهای استخراجی از گوجه فرنگی در مواد غذایی حرارت دیده و سرد و بررسی پایداری آن در طول زمان نگهداری. پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران. ۱۳-۲۲.
۳. غیاثوند، ز. و شاپوری، م.، ۱۳۸۹. تاثیر رنگدانه های طبیعی و مصنوعی و مقایسه اثر آن ها بر ماهی اسکار سفید. مجله بیولوژی دریا. ۸۳-۷۵.
۴. مقدسی، ب.؛ منوچهری، ح. و اهدایی، م.، ۱۳۸۹. مقایسه روش های رنگ آمیزی مصنوعی سیکلید گرین ترور *Aequidens rivulatus* از طریق تزریق. مجله بیولوژی دریا. ۶۴:۱-۵۷.
5. Chatzifotis, S.; Pavlidis, M.; Donate Jimeno, C.; Vardanis, P. and Divanach, P., 2004. The effect of carotenoid sources on skin coloration of red Porgy (*Pagrus pagrus*). Aquaculture Europe Conference. pp: 70-78.
6. Christiansen, R.; Lie, O. and Torrissen, O.J., 1994. Effect of astaxanthin and vitamin A on growth and survival during first feeding of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture and Fisheries management. 25:903-914.
7. Choubert, G. and Storebakken, T., 1989. Dose response to astaxanthin and canthaxanthin pigmentation of rainbow trout fed various dietary carotenoids concentrations. Aquaculture. 81:69-77.
8. Chuan Lim, L., Dhert, P.H. and Sorgeloos, P., 2003. Recent developments

به طوری که ابتدا بخش سینه ای و سپس ناحیه زیر باله پشتی رنگ بیش تری را از خود نشان دادند.

مطابق نتایج حاصل از این تحقیق، تیماری که با جیره حاوی رنگدانه پودر فلفل دلمه قرمز تغذیه شده بود، بیش ترین غلظت رنگدانه را نشان داد و از آن جایی که فلفل دلمه قرمز حاوی رنگدانه بتاکاروتن است، که نتیجه می شود این ماهی قادر به تبدیل بتاکاروتن به آستاگزانتین می باشد که این یافته با نتایج Wang و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد. آن ها گزارش کردند که ماهی تترا جواهر (*Hyphessobrycon callistus*) بتاکاروتن را به آستاگزانتین تبدیل می کند.

بین تیمار ۲ که با جیره حاوی پودر پوست گوجه فرنگی تغذیه شده بود و تیمار شاهد، تفاوت معنی داری از لحاظ تجمع کاروتنوئید در پوست مشاهده نشد، و از آن جا که ۹۳ درصد کاروتنوئیدهای موجود در گوجه فرنگی را لیکوپن تشکیل می دهد (خانی پور و همکاران، ۱۳۸۵)، نتیجه می شود که ماهی فلاورهورن نمی تواند رنگدانه لایکوپین را به عنوان کاروتنوئید اصلی ذخیره و یا تبدیل کند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که ماهی فلاورهورن به اثرات رنگ پذیری حاصل از کاروتنوئیدهای طبیعی مانند فلفل دلمه جواب می دهد. تفاوت های ناشی از میزان شدت رنگ ایجاد شده توسط این کاروتنوئیدها را می توان ناشی از کیفیت، مقدار و دوره جذب این مواد، جنسیت ماهی و فصل تولید مثل دانست (غیاثوند و شاپوری، ۱۳۸۹).

اگرچه ترکیبات آستاگزانتین به عنوان مواد رنگدانه ای مصنوعی دارای اثرات سرطان زایی شناخته شده نمی باشند و به کارگیری آن ها در بسیاری از کشورها مجاز می باشد ولی تحقیقات زیادی در خصوص استفاده از سایر رنگدانه های جایگزین با منبع طبیعی صورت می گیرد که علت آن را می توان در قیمت بسیار بالای این مواد در مقایسه با ترکیبات گیاهی و طبیعی (بین ۴۰ تا ۶۰ درصد) و همچنین اثرات بهداشتی شناخته شده آن ها دانست. از مواد گیاهی رنگدانه دار به عنوان یک جانشین مناسب نام برده می شود زیرا این مواد هم دارای اثرات تغذیه ای (مقادیر پروتئین ۲۸ تا ۳۹ درصد، کربوهیدرات ۴۰ تا ۵۷ درصد و چربی کل ۹ تا ۱۴ درصد) و هم رنگدانه ای می باشند (غیاثوند و شاپوری، ۱۳۸۹).



- and improvements in ornamental fish packaging systems for air transport. *Aquaculture Research*. 34:923-935.
9. **Guerin, M.; Huntly, M.E. and Aizola, M., 2003.** Haematococcus astaxanthin, applications for human health and nutrition. *Trends in Biotechnology*. 21:210-216.
 10. **Fuji, R., 1969.** Chromatophores and pigments. Academic Press, New York. pp: 301-353.
 11. **Kop, A. and Durmaz, Y., 2007.** The effect of synthetic and natural pigments on the colour of the cichlids (*Cichlasoma severum* sp., Heckel 1840). Springer Science. 6: 117-122.
 12. **Kupittaynant, P. and Kinchareon, W., 2011.** Hematological and biochemical responses of the Flowerhorn fish to hypoxia. *Journal of Animal and Veterinary Advance*. Vol. 10, No. 20, pp. 2631-2638.
 13. **Nico, L.G.; Beamish, W.H. and Musikasinthorn, P., 2007.** Discovery of the invasive Mayan Cichlid fish "*Cichlasoma urophthalmus*" (Günther 1862) in Thailand, with comments on other introductions and potential impacts. *Aquatic Invasions*. 2: 197-214.
 14. **Ong, A.S.H. and Tee, E.S., 1992.** Natural sources of carotenoids from plants and oils. *Meth Enzymol*. 213:142-167.
 15. **Segner, H.; Arend, P.; Von Poepplinghaussen, K. and Schmidt, H., 1989.** The effect of feeding astaxanthin to *Oreochromis niloticus* and *Colisa labiosa* on the histology of the liver. *Aquaculture*. 79:381-390.
 16. **Torrissen, O.J. and G. Naevdal., 1984.** Pigmentation of salmonids-genetical variation in carotenoid deposition in rainbow trout. *Aquaculture*. 38: 59-66.
 17. **Wang, Y-J., Y-H. Chien and C-H. Pan, 2006.** Effects of dietary supplementation of carotenoids on survival, growth, pigmentation, and antioxidant capacity of characins, *Hyphessobrycon callistus*. *Aquaculture*. 261: 641-648.



The effect of natural (Red bell pepper and Tomato) pigments on the variability in color of Flower horn (*Cichlasoma sp.*)

- **Arezoo Azimi***: Department of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, P.O.Box: 49138-15739, Gorgan, Iran
- **Vahid Taghizadeh**: Department of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, P.O.Box: 49138-15739, Gorgan, Iran
- **Mohammad Reza Imanpoor**: Department of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, P.O.Box: 49138-15739, Gorgan, Iran

Received: September 2013

Accepted: October 2013

Key words: natural pigments, red bell pepper, tomato, spectrophotometric

Abstract

In this survey, we have checked the effects of red bell pepper and tomato as a natural pigments source on the skin color of Flower horn (*Cichlasoma sp.*). Distributed randomly 45 fish of Flower horn in 9 aquarium Equal to 5 fish per aquarium. The trial was continued for 8 weeks. The fish were fed diets including 10 g kg⁻¹ Red bell pepper and Tomato powder. Total carotenoid quantity of the fish was determined spectrophotometrically at the end of the experiment. The significance of them was analyzed using One-way ANOVA analysis software Spss 18. As an outcome, There was a significant correlation between treatments fed diets containing red bell pepper powder with other treatments (P<0.05). Showed higher concentrations of carotenoids in Treatments fed with food containing red bell pepper powder (0.05 µg g⁻¹). There was no significant difference between treatment fed tomato powder and control treatment (P>0.05).

