هشتمین کنفرانس ملی ماهی شناسی ایران

دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس

۱۴ - ۱۵ آبان ۱۳۹۹

بدین وسیله گواهی می گردد آقای محمد حسن اسکندری در هشتمین کنفرانس ملی ماهی شناسی ایران شرکت نموده و مقاله خود را با عنوان

مروری بر عوامل موثر بر رنگ ماهیان زینتی با تاکید بر استفاده از رنگدانه ها

به صورت پوستر ارائه نموده اند.

نویسندگان مقاله به ترتیب : محمد حسن اسکندری، امید صفری

دکتر عبدالمحمد عابدیان
رئیس کنفرانس

دکتر سهیل ایگدری
رئیس انجمن ماهی شناسی ایران

دکتر محمد صادق علوی یگانه
دبیر علمی کنفرانس

دکتر نعمت الله محمودی
دبیر اجرایی کنفرانس

مروری بر عوامل موثر بر رنگ ماهیان زینتی با تاکید بر عوامل تغذیه ای بخصوص رنگدانه ها

محمد حسن اسکندری[1*]؛ امید صفری[2]

۱و۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
Email:E.mohammad1376@gmail.com

چکیده

رشد گرایش به استفاده از ماهیان زینتی که از تنوع و زیبایی های زیادی برخوردارند و قدمت برخی گونه ها که از فرهنگ گذشتگان تا آداب و سنن زندگی امروزی ادامه یافته است باعث افزایش پایدار تجارت جهانی ماهیان زینتی شده است. رنگ اولین ویژگی است که مشتری دریافت می کند و عامل تعیین کننده در انتخاب خریدار است که مستقیماً منجر به پذیرش یا عدم پذیرش محصول از طرف او می گردد. اهمیت رنگ در محصولات آبزی پروری چه در پرورش ماهیان خوراکی که از گذشته تا کنون این عقیده وجود داشته که رنگ خوب توأم با مزهٔ بهتر می باشد چه در سخت پوستان مثل میگو که رنگ روشن و مناسب نشانه تازگی و کیفیت محصول است و چه در ماهیان زینتی که رنگ پوست یک عامل مؤثر بر قیمت بازاری ماهی است و نقش مهمی در تخمین ارزش کلی آن ایفا میکند، قابل مشاهده است. در پرورش ماهیان تغذیه با جیره های فرموله انجام می شود و رنگدانه های مورد نیاز به جیره های غذایی اضافه می شوند. تغییر رنگ یک فرآیند پرهزینه در پرورش آبزیان محسوب می گردد و باید در طول چرخه تولید صورت پذیرد. بنابراین با توجه به هزینه بالای ایجاد و حفظ کیفیت رنگ در آبزیان و همچنین اهمیت رنگ در کیفیت و ارزش اقتصادی تولیدات آبزی پروری، مطالعه و شناخت عوامل موثر بر کارایی رنگزایی رنگدانه های مختلف طبیعی یا مصنوعی بخصوص کاروتنوئیدها اهمیت بسیار زیادی دارد.

واژگان کلیدی: محصولات آبزی پروری، ماهیان خوراکی، سخت پوستان، جیره های فرموله، کاروتنوئید

Review of the factors affecting the color of ornamental fish with emphasis on nutritional factors, especially pigments

Mohammad Hasan Eskandari[1*]; Omid Safari[2]

1,2- Department of Fisheries, Faculty of Natural resources and the environment, Ferdowsi University of Mashad, Mashhad

Abstract

The growing tendency to use ornamental fish, which have a great variety and beauty, and the antiquity of some species, which has continued from the culture of the past to the customs and traditions of modern life, has led to a steady increase in the global trade of ornamental fish. Color is a determining factor in the choice of the buyer, which directly leads to the acceptance or non-acceptance of the product by him. The importance of color in aquaculture products, whether in the

cultivation of edible fishs, which has long been believed to be a good color with a better taste, or in crustaceans such as shrimp, where a light and suitable color is a sign of freshness and quality of the product, or in fish. An ornament whose skin color is a factor influencing the market price of fish and plays an important role in estimating its overall value can be seen. In fish farming, nutrition is done with formulated diets and the required pigments are added to the diets. Color change is a costly process in aquaculture and must take place during the production cycle. Therefore, due to the high cost of creating and maintaining dye quality in aquatic animals and also the importance of dye in the quality and economic value of aquaculture products, studying and recognizing the factors affecting the dyeing efficiency of various natural or synthetic pigments, especially carotenoids is very important.
Keywords: aquaculture products, edible fishs, crustaceans, formulated diets, carotenoids

مقدمه

علاقه روزافزون به ماهی‌های آکواریومی منجر به افزایش روزافزون تجارت ماهی‌های آکواریومی در سطح جهان شده است[۱]. اگرچه از اوایل دهه ۱۳۴۰ خرید و فروش آکوآریوم و ماهی‌های آکواریومی در ایران آغاز گردیده است ولی در حقیقت گسترش وسیع آن به آغاز انقلاب فرهنگی و شروع جنگ ایران و عراق بر می‌گردد[۲]. موفقیت در تجارت ماهی‌های زینتی بسیار وابسته به رنگ شاداب و با طراوت ماهی است. رنگ یکی از مهمترین عواملی است که قیمت ماهی زینتی را در بازار جهانی تعیین می‌کند[۳]. یکی از بزرگترین چالش‌های صنعت ماهی‌های زینتی، تکثیر ماهی با رنگ طبیعی آن در محیط اسیر است[۴]. از مهم‌ترین مشکلات تولیدکننده‌های گونه‌های تجاری و پرورش دهندگان، بر روی گونه‌هایی است که رنگشان را طی فرایند تولید از دست میدهند؛ بنابراین تقاضای مصرف کننده‌ها برای آنها پایین است. غذایی که به این گونه‌ها داده میشود باید اجزاء غذایی مورد نیاز را برای به دست آوردن رنگ مطلوب داشته باشد[۵]. افزودنی‌ها به طور کلی به چند دسته تقسیم می‌شوند: نظیر مواد قابض، آنتی اکسیدان‌ها، عوامل ضد میکروبی، مواد جاذب شیمیایی و محرک‌های غذایی، رنگدانه‌ها، عوامل آنابولیک، هورمون‌ها و برخی افزودنی های دیگر [۶]. کلمه رنگدانه از واژه لاتین Pigmentum که اشاره به وسایل و مواد نقاشی، آرایشی و تزئینی دارد، مشتق شده و در ضمن ذهنیتی از رنگ را نیز ایجاد می‌کند. رنگدانه ترکیب شیمیایی است که نور را در طول موج مرئی جذب می‌کند و به دلیل ساختار خاص مولکولی انرژی آن را به دام انداخته و سبب برانگیختگی الکترون از یک اربیتال به اربیتال بالاتر می شود. انرژی جذب نشده که منعکس یا شکسته می‌شود سبب تحریک چشم شده و ایمپالس‌های عصبی ایجاد می‌کند که به مغز منتقل می‌شود، به این ایمپالس‌ها رنگ می‌گویند[۷]. یکی از مهم‌ترین جذابیت‌های بصری موجودات دریایی میزان زیبایی رنگی آنهاست. منبع رنگی آن‌ها از غذای و محیط زیست اطرافشان ناشی می‌شود. این ماهیان می‌بایستی از غذاهایی تغذیه شوند که رنگ مورد نظر مطلوب را درآنها ایجاد نمایند. نوع رنگ ماهیان بوسیله سیستم‌های عصبی آندوکرینی کنترل شده؛ اما منابع غذایی رنگدانه‌ها نیز نقش مهمی در تعیین رنگ ایفا می‌کنند [۸].

رنگ پوست

بسیاری از ماهی‌های گرمسیری دارای رنگ‌های روشنی هستند و رنگ گیری آن‌ها به دلیل وجود سلول‌های رنگدانه (کروماتوفور) است که در پوست قرار دارند. چندین نوع کروماتوفور وجود دارد که مشهورترین آن‌ها ملانوفورها هستند که حاوی رنگدانه قهوه ای-سیاه می باشند. برخی دیگر شامل زانتوفورها (رنگدانه زرد) و اریتروفورها (رنگدانه قرمز-نارنجی) هستند. تجمع یا پراکندگی رنگدانه درون سلول (در پاسخ به سیگنال های عصبی یا هورمونی) باعث رنگ گیری یا تشدید رنگ می شود[۹]. به طور کلی ماهی‌هایی که تحت تأثیر نور قرار دارند یا در معرض نور روشن قرار می گیرند، ممکن است رنگ پریدگی ایجاد کنند؛ در حالی که برخی از ضعف‌ها یا آسیب‌ها می‌توانند باعث تیرگی غیر طبیعی آن‌ها شوند. پوست موجود در ماهی‌های زینتی و سایر ماهی‌ها معمولاً سفید است؛ اما در بسیاری نیز تقریباً شفاف یا بی‌رنگ است. انعکاس و انکسار نور ناشی از شکل، ساختار و قرارگیری کروماتوفورها باعث ایجاد رنگ واقعی می‌شود. پوشش و چیدمان انواع کروماتوفورها باعث ایجاد رنگ پوست می‌شود که آن را درک می‌کنیم. درخشش رنگ فلس باعث زینت ماهی می‌شود و رنگ آمیزی کروماتوفورها را تقویت می‌کند[۱۰]. ماهی‌های سیچلید به دلیل توانایی تغییر رنگ کلی

بدن و نشانه گذاری‌ها به عنوان راهی برای برقراری ارتباط با ماهی‌های دیگر و در مورد برخی از گونه ها به عنوان ابزاری برای علامت گذاری به جوان‌هایشان ذکر شده است. علاوه بر کروماتوفورها، ماهی همچنین دارای لایه‌ای از سلول‌ها به نام ایریدوسیت‌ها (Iridocytes) هستند. ایریدوسیت از یک ماده بازتاب دهنده (گوانین) تشکیل شده و ظاهر نقره ای را به ناحیه شکم بسیاری از ماهیان منتقل می‌کند. بعضی از ماهی‌ها به دلیل خاصیت‌های ژنتیکی خود فاقد رنگدانه هستند و به آنها آلبینوس(albinos) گفته می شود[۹]. ماهی‌ها در درجه اول از رنگ برای نشانه‌های در طی معاشقه، جفت گیری یا دیگر ارتباطات درون‌جنسی و برای نمایش ترساندن، استتار و محافظت در برابر شکارچی با ترساندن آن‌ها یا هشدار دادن بصورتی که نشان دهند حیوان یا بعضی از بخش‌های آن دارای سم هستند، استفاده میکنند[۱۱].

عوامل موثر بر رنگ ماهی

بطور کلی ۵ عامل بر روی رنگ ماهی موثر است که هر کدام از این عوامل تحت تاثیر فاکتورهایی تاثیر متفاوتی نشان‌می‌دهند. این پنج عامل و فاکتورهای موثر بر آن‌ها عبارتند از: ۱-رنگدانه (متأثر از مقدار، نوع ساختار، منبع، پایداری رنگدانه) ۲- غذا (متاثر از اجزا و مخلوط غذا، کیفیت مواد مغذی و FCR غذا) ۳- ماهی (متأثر از نوع، ژنتیک، متابولیسم، جنس ماهی) ۴- محیط (متأثر از سیستم پرورش، کیفیت‌خاک، کیفیت آب، روشنایی و تنوع فصلی) ۵-بیماری (مانند: عفونت باکتریایی، Vibrio، عفونت قارچی، عفونت‌ویروسی، انگل‌ها و مسمومیت)[۱۲].

رنگ آبزیان تحت تأثیر عوامل مختلف تغییر می‌کند و شرایط فیزیکوشیمیایی مانند نور، دما و اکسیژن محلول بر روی رنگ بدن آبزیان مؤثرند. بطورکلی رنگدانه‌های موجود در منابع غذایی نقش مهمی در تعیین رنگ ماهیان دارند و فرآیند رنگ پذیری ماهیان بسته به سرعت تغییرات این رنگ‌ها از طریق سیستم عصبی و غدد درون ریز کنترل می‌شود[۱۳]. استرس از جمله عواملی است که در میزان رنگ گرفتن ماهی‌ها نقش دارد. در برخی گونه‌ها فقط نرها رنگی هستند. در سیکلید توپاز و رزی بارب رنگ پذیری حساس به محیط است در مورد سیکلید توپاز ماهی فقط وقتی رنگی می‌شود که آکواریوم محل زیست آن به قلمروهایی تقسیم شود و در مورد رزی بارب هنگامی که یک جسم شناور در سطح آب موجود باشد، ماهی‌ها رنگی می‌شوند[۶]. به صورت اولیه رنگ ماهیان وابسته به وجود کروماتوفورهایی است که دارای رنگدانه هستند. چهار رنگدانه اصلی ملانین‌ها، پورین‌ها، پتریدیوم‌ها و کاروتنوئیدها به پوست و بافت جانوران و گیاهان رنگ می‌دهند[۷].

رنگدانه ها

کاروتنوئیدها منبع اصلی ایجاد رنگدانه در پوست ماهی‌ها می باشند؛ در حالیکه ماهی ها توانایی سنتز کاروتنوئیدها را ندارند و به همین جهت در محیط طبیعی با خوردن گیاهان آبزی یا از طریق زنجیره‌های غذایی خود، نیازهای کاروتنوئیدی خویش را برآورده می سازند[۳].

رنگدانه‌ها در همه جای طبیعت بخصوص در موجوداتی که در معرض نور خورشید قرار دارند یافت می‌شوند. هنگامی که ماهی‌ها در استخر پرورش داده می‌شوند بسیاری از رنگدانه‌های مورد نیاز از فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون‌های طبیعی مصرف شده تأمین می‌شود. در پرورش ماهی در سیستم‌های متراکم در آکواریوم یا قفس‌ها این موجودات یا به طور کلی وجود ندارند یا به دلیل مصرف بیش از حد ماهی از غذاهای زنده طبیعی این منابع رنگدانه طبیعی به اندازه کافی در دسترس نیست. کاروتنوئیدها، گروهی از رنگدانه‌های طبیعی محلول در چربی هستند که اساساً در گیاهان (از جلمه فیتوپلانکتون‌ها و جلبک‌ها) تولید می‌شوند. این رنگدانه‌ها مسئول تنوع زیاد رنگ‌هایی هستند که در طبیعت دیده می‌شود. از دیگر کارکردهای رنگدانه‌ها می‌توان به کارکرد شبه آنتی اکسیدانی، فعالیت پیش ویتامین برای ویتامین A، تحریک دستگاه ایمنی، مهار جهش زایی، نقش حیاتی در تولید مثل و همچنین دخالت در مراحل نوزادی با مراحل تغذیه اولیه اشاره کرد[۶].

رنگدانه‌ها براساس منشاء به دو دسته طبیعی و مصنوعی تقسیم می‌شوند. رنگدانه‌های طبیعی توسط موجودات زنده مثل گیاهان، قارچ‌ها و میکروارگانیسم‌ها تولید می‌شوند در صورتی که رنگدانه‌های مصنوعی در آزمایشگاه‌ها سنتز می‌شوند. رنگدانه‌ها همچنین بر

اساس ساختار شیمیایی به دو دسته با ساختارهای مضاعف شده و پورفین‌های حاوی فلزات قابل تقسیم‌بندی هستند. ساختارهای مضاعف شده شامل کاروتنوئیدها، آنتوسیانین‌ها، بتالایین‌ها، کارامل و رنگدانه های مصنوعی و پورفین‌های حاوی فلزات شامل میوگلوبین، کلروفیل و مشتقات آن‌ها می‌باشند[۷].

با وجود اینکه گیاهان می‌توانند این رنگدانه‌ها را بسازند جانوران قادر به تولید طبیعی آن نبوده و باید آن‌ها را از غذا بدست آورند. کاروتنوئیدها دارای رنگ های زرد، نارنجی و قرمز هستند که در ترکیب با پروتئین‌ها و چربی‌ها رنگ های آبی، سبز، ارغوانی و قهوه‌ای تولید می‌کنند. کاروتنوئیدها انواع مختلفی از جمله بتاکاروتن، کانتازانتین، آستاگزانتین و زانتوفیل دارند. در میان بی‌مهرگان و ماهیان دریایی، آستاگزانتین، کاروتنوئید غالب است. مواد رنگدانه‌ای معمولاً به میزان ۰/۵ درصد ماده فعال در غذا مصرف می شوند [۶].

کاروتنوئیدها

کاروتنوئیدها طبقه ای از ۸۰۰ رنگدانه محلول در چربی هستند که بطور عمده در گیاهان، جلبک‌ها ، باکتری‌های فتوسنتزی و برخی باکتری‌های غیر فتوسنتزی یافت می‌شوند و در روند فتوسنتزی نقش مهمی دارند. آنها همچنین در مخمرها و کپک‌ها دیده میشوند. هنگامی که آن‌ها عملکرد محافظتی در برابر اثر نور و اکسیژن انجام می‌دهند. کاروتنوئیدها همچنین دارای عملکردهای مهم دیگری مانند پیش ساز ویتامین A ، عملکرد آنتی اکسیدانتی هستند. مشاهده شده است که ماهی هایی که دارای کاروتنوئیدهای زیادی هستند؛ نسبت به بیماری‌های باکتریایی و قارچی مقاوم تر هستند[۴]. اصولاً آبزیان از لحاظ قابلیت تبدیل کاروتنوئیدهای موجود در جیره آستاگزانتین در سه دسته کلی قرار میگیرند: ۱- آنهایی که مانند ماهی آزاد و قزل آلا 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 سخت پوستان)[۵]. ماهی‌ها انواع مختلفی از کاروتنوئیدها را دارند که غالب آنها به همراه رنگ آن‌ها شامل: توناگزانتین (Tunaxanthin) (زرد)، لوتئین(Lutein)(سبز مایل به زرد)، بتاکاروتن (Beta-caroten) (نارنجی)، آلفا (Alpha)، بتا-دوراداکسانتین ها (Beta-doradexanthin) (زرد)، زاگزانتین (Zeaxanthin) (زرد-نارنجی)، کانتاگزانتین (canthaxanthin) (نارنجی-قرمز) ، آستاگزانتین (Asthaxanthin) (قرمز) ، ایشینینون (Eichinenone) (قرمز) و تاراگزانتین (Taraxanthin) (زرد) هستند[۳].

کاروتنوئیدها در دو حالت مصنوعی و طبیعی در دسترس هستند. فرآیند تولید کاروتنوئیدهای مصنوعی شامل حلال‌های پتروشیمی و سایر حلال‌های ارگانیک پیچیده هستند. کاروتنوئیدهای مصنوعی گران هستند و بسته به نوع آن، محدودیت استفاده در فرمولاسیون خوراک آبزیان نیز وجود دارد. در صورت استفاده بیش از حد از کاروتنوئیدهای مصنوعی منجر به وخیم‌تر شدن اثرات محیط می‌شود. کاروتنوئید طبیعی از دو منبع گیاهی و جانوری استخراج میشود که در منابع جانوری در پودر خرچنگ، پودر شاه میگو، پودر میگو و روغن میگو به ترتیب با غلظت های ۱۳۰۰-۷۵، ۸۰۰-۳۰، ۱۳۰-۱۰۰، ۱۲۵-۲۵ mg/kg و در منابع گیاهی در گل جعفری (*marigold*)، کلرلا (*chlorella*)، مخمر (*Phaffia rhodomyza*)، جلبک‌دریایی، گلوتن ذرت و *Alfa alfa* به ترتیب با غلظت های ۷۰۰۰، ۴۰۰۰، ۱۰۰۰، ۹۰۰-۳۹۰، ۲۹۰و ۲۸۰ mg/kg دیده میشود [۴].

برای ماهی، کاروتنوئیدهای رژیم غذایی در برخی از بافت‌ها و اندام‌های خاص مانند گنادها و برخی از مناطق خاص پوست قرار می‌گیرند[۱۴]. مطالعات نشان می‌دهد طبقه بندی ماهی بر اساس ظرفیت متابولیسم کاروتنوئیدها به این صورت است که یک نوع ماهی نیاز به حضور مشتقات اکسیژن دار خاص در رژیم دارد؛ زیرا قادر به انجام اکسیداسیون یون نیست و نوع دیگر ماهی مانند گلدفیش یا کوی قادر به اکسیداسیون موقعیت های ۴ و ۴′ حلقه یونی است. از این رو پتانسیل تبدیل زاگزانتین و لوتئین به آستاگزانتین را افزایش می‌دهد[۱۵]. امیدوارکننده‌ترین کاراتنوئید در تقویت رنگ، آستاگزانتین است که نشان دهنده بهبود چشمگیر رنگ در بیشتر گونه‌های ماهی‌های زینتی با رنگ روشن مانند تتراها، سیچلیدها، گورامی، گلد فیش، کوی، دانیوس و بسیاری از گونه‌های دیگر است[۴].

معرفی مواد موثر در رنگ ماهیان زینتی

به جای رنگدانه‌های خالص می‌توان مواد طبیعی حاوی مقدار زیاد رنگدانه به کار برد. این مواد عبارتند از پودر میگو، اسپیرولینا، پلانکتون‌های خشک شده به روش انجماد، آرتمیای خشک شده به روش انجماد، محلول روغنی روغن هویج و عصاره برگ های جعفری زینتی . با توجه به در

دسترس بودن و قیمت می توان از این منابع استفاده نمود. عصاره برگ جعفری زینتی در افزایش رنگ ماهی های با رنگ قرمز - زرد بسیار مؤثر است. جلبک تک سلولی رشته‌ای اسپرولینا ، یکی دیگر از مواد غنی از رنگدانه‌های کاروتن، زآزانتین و کریپتوزانتین است. جلبک تک سلولی *Haematococcus pluvialis* هم یک جلبک حاوی رنگدانه است. در این جلبک از کل رنگدانه های موجود، ۷۰ درصد مونو استر آستارانتین، ۱۰ درصد دی استر آستازانتین، ۵ درصد استازانتین آزاد و ۱۵ درصد بقیه کاروتن، کانتازانتین و کاروتنوئیدهای دیگر است [۶]. مواد غذایی حاوی آستاگزانتین رنگ قرمز را ایجاد می‌کنند. از فلفل قرمز، فلفل خشک شده و فلفل آنوم میتوان برای ایجاد رنگ نارنجی در ماهیان زینتی استفاده برد. فلفل قرمز سرشار از رنگدانه های کاروتنوئیدی شامل بتاکاروتن، کاپسانتین (capsanthin) و کاپسوروبین (capsorubin) است، همچنین گلبرگ کالاندولا یک منبع خوب کاروتنوئید های نارنجی است. زاگزانتین و لوتئین شاید شناخته شده ترین کاروتنوئیدهای زرد هستند. آنها در سبزیجات زرد مانند ذرت و احتمالاً در انواع زرد لوبیای سبز و انواع زرد فلفل دلمه ای موجود هستند. آنها همچنین در زرده تخم مرغ نیز یافت می شوند[۳]. رنگدانه‌های پوستی در بارب ببری(*Barbus tetrazona*) هنگامی که با رژیم غذایی حاوی کاروتنوئیدهایی از وعده های غذایی پودر میگو، گلبرگ گل همیشه بهار (marigold) و عصاره دانه آناتو(annatto) تغذیه شود افزایش می‌یابد. جلبک سبز آبی همچنین به عنوان منبع رنگدانه برای ماهی کوی (Koi) استفاده شده است. در گلدفیش، *Carassius auratus* ، سطح مطلوب آستاگزانتین برای رنگ گیری در حد ۳۶-۳۷ میلی‌گرم در یک کیلو غذا است. در دم شمشیر (*Xiphophorus helleri*) ، ماهی‌های چشم‌آبی دم‌چنگالی (*Pseudomugil furcatus*) و سیچلیدها (*Cichlasom myrnae*) شدت رنگ گیری ماهی را به شکل قابل ملاحظه‌ای هنگامی که رژیم غذایی حاوی ۱/۵ تا ۲ درصد از سویه غنی از کاروتنوئید اسپیرولینا پلاتنسیس (*Spirulina platensis*) و ۱ درصد ریز جلبک (*Haematococcus pluvialis*) باشد به در طی سه هفته افزایش دهد [۴]. آستاگزانتین به عنوان تقویت کننده رنگدانه دیسکس‌های Solid red مؤثرتر از کانتاگزانتین است. با افزودن زانتوفیل‌ها به رژیم غذایی، دیسکس solid red می‌تواند به دیسک‌های زرد تبدیل شود که دارای ارزش بالاتری هستند. حجم تجمع کاروتنوئید بافت‌ها ماهی دیسکس به ترتیب نزولی، باله، پوست و ماهیچه بود [۱۴]. آستاگزانتین در رژیم غذایی باعث افزایش رنگ قرمز-نارنجی در پوست سیچلاید گورخر قرمز می‌شود در حالی که مصرف اسپیرولینا باعث افزایش رنگ نارنجی و زرد می‌شود[۱۱]. استفاده از پودر پوست میوه اژدها (red dragon fruit meal) که حاوی رنگدانه آنتوسیانین و بتاکاروتن است در جیره ماهی کوی (*Cyprinus carpio*) نشان داد که جیره حاوی ۱۵ درصد از این پودر سبب تشدید رنگ نارنجی و رنگ مشکی می‌شود [۱۶]. در ماهی‌های دم شمشیری تغذیه شده با اسفناج رنگ زرد بیشتری دیده می‌شود و ماهی‌هایی که از هویج تغذیه می‌شوند رنگ قرمز بیشتری ایجاد می‌شود[۱]. در بررسی‌های انجام شده روی گورامی مشخص شده که کانتازانتین بهترین جذب را داشته و ماهی هایی که با جیره دارای کانتازانتین تغذیه شدند در پوست خود حالت رنگین کمانی بسیار مشخص داشتند. در دلقک ماهی افزایش ۱۰۰ میلی گرم آستازانتین به هر کیلو غذا بعد از یک هفته افزایش رنگی مشخصی را در ماهی ایجاد می‌کند[۶].

جمع بندی

یکی از مهم‌ترین ملاک کیفیت ارزش بازاری ماهیان زینتی رنگ آن‌ها می‌باشد. مطالبات بازار غذا برای یافتن رنگدانه‌های مناسب برای ماهیان زینتی به ویژه مواد ارزان و سالم برای ماهیان آکواریومی توجه به رنگ ماهیان زینتی و حفظ رنگ یا ایجاد رنگ‌های جدید و جذاب در پوست آن‌ها می‌تواند در برآورده ساختن سلایق مختلف مشتریان، حفظ جایگاه اقتصادی و فروش ماهی برای تولید کنندگان موثر باشد. در علم زیست شناسی به هر ماده ای که بتواند رنگ را به بافت ها و سلول‌های زنده گیاهی و جانوری القاء نماید و باعث تغییر رنگ در آن‌ها شود رنگدانه اطلاق می‌شود. رنگ ماهیان عمدتاً بدلیل حضور کروماتوفور که محتوی رنگدانه است بوده که معمولاً بر روی پوست حضور دارند. ماهیان مثل سایر جانوران قادر به سنتز خود به خودی کاروتنوئیدها نبوده و بر برای دستیابی به کاروتنوئیدها و سایر رنگدانه ها به منابع غذایی وابستگی دارند تا رنگ خود را حفظ نمایند. یکی از اصلی ترین رنگدانه‌ها کاروتنوئیدها هستند. مواد رنگدانه‌دار مصنوعی دارای تجمع بیشتر در بافت‌ها بوده، بطوری که جذب و تجمع آستاگزانتین در ماهیان بیشتر از سایر کاروتنوئیدها است. تاثیر منابع کارتنوئیدی از دیدگاه رنگدانه و ایجاد رنگ مختص هر گونه می باشد. بعلاوه تمام گونه های ماهیان راه های مشابه سوخت و ساز رنگدانه ای نداشته و بنابراین نمی توان یک روش انتقال کلی و سراسری کارتنوئیدها را در بافت ماهیان در نظر گرفت.

منابع

1-Wagde M S, Sharma S K, Sharma B K, Shivani A P, Keer N R. Effect of natural β-caritene from-carrot (*Daucus carota*) and spinach (*spinacia oleracea*) on colouration of an ornamental fish - swordtil (*Xiphophorus hellerii*). 2018; journal of entomology and zoology studies.6(6):699-705

2-Emadi H. Aquarium and breeding freshwater aquarium fishes. 2015; Aquatic Science Publications. iran:3-352

3- Kaur R, Shah T K. Role of feed additives in pigmentation of ornamental Fishes. 2017; International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 5(2): 684-686

4- Gupta S K, Jha A K, Pal A K , Venkateshwarlu G., Use of natural carotenoids for pigmentation in fishes. 2006; Natural Product Radiance. 6(1): 46-49

5-Azimi A, Taghizadeh V, Imanpor M R. The effect of natural pigments (bell pepper and tomato powder) on the color variability of flower fish (*Cichlasoma sp.*). Journal of Animal Environment. 6(1):19-25

6-Amini chermahini M, Nazemroaya. The complete guide of saltwater and freshwater's aquarium. 2019; University Jihad, Isfahan Industrial Branch - Publishing Center.iran:6-400

7-Eslami far a. Investigation of the use of tomato powder in the diet of *Silver Dollar fish*. 2010; Tehran University:1-38

8- Ghiasvand Z, Shapori M. The effect of natural and artificial pigments and their comparison on white oscar fish (*Astronotus ocellatus sp.*). 2009; Journal of Marine Biology.1(1):78-85

9- Agutter A R. The discus book: for the dedicated aquarist.2013; Create Space An Amazon Group Company. United States :1-76

10- Chapman F A, Miles R D. How Ornamental Fishes Get Their Color. 2018; fisheries and aquatic sciences:1-6

11- Yedier S, Gümüs E, Livengood E J, Chapman F A., The relationship between carotenoid type and skin color in the ornamental red zebra cichlid *Maylandia estherae*. 2014; AACL Bioflux.7(3):207-217

12- Diler I, Dilek K. Significance of pigmentation and use in aquaculture.2002; Turkish journal of fisheries and aquatic. sciences 2: 97-99

13- Jafari Z, Fathoalahi M, Rahimi R. The effect of adding skin of red onion, red beet and red cabbage extract in the diet on the color of paret ornamental fish.2017; Journal of Applied Ichthyological Research. 5(2):117-134

14- Liu X, Wang H, Chen Z. Effect of carotenoids on body colour of discus fish(Symphysodon aequifasciatus axelrodi Schultz, 1960). 2014; Aquaculture Research. 47(4):1-6

15- Das A P, Biswas SH P., Carotenoids and pigmentation in ornamental fish. 2016; Journal of Aquaculture & Marine Biology. 4(4):1-3

16- Kurnia K, Nur I, Muskita W H, Hamzah M, Iba W, Patadjai S R, Balubi A M, Kalidupa N . Improving skin coloration of koi carp (*Cyprinus carpio*) fed with red dragon fruit peel meal.2019; AACL Bioflux.12(4):1045-1053