

بررسی اثرات سطوح مختلف گل رز چینی (*Hibiscus rosasinensis*) به عنوان رنگدانه کارتوئید طبیعی بر میزان تغییر رنگ و ذخیره کارتوئید کل در عضلات ماهی گورامی آبی (*Trichogaster trichopterus*)

مریم جرجانی^{۱*}، مصطفی شریف روحانی^۲، امین میرهاشمی رستمی^۱، ایلین تانشان^۳

۱- مرکز تحقیقات ذخایر آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان

۲- سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، تهران

۳- دانشکده علوم زیستی، دانشگاه علوم مالزی (USM)، پنانگ، مالزی

* maryam_jorjani@yahoo.com

تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۶

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۶

چکیده

در این پژوهش، تاثیر رنگدانه کارتوئید طبیعی پودر خشک گل رز چینی بر میزان تغییر رنگ و ذخیره کارتوئید عضلات در ماهی زینتی گورامی آبی بررسی گردید. چهار جیره غذایی در این آزمایش آزمایش شامل جیره کنترل (بدون رنگدانه)، و رز چینی در سه سطح (۰/۰، ۰/۱ و ۰/۲ درصد) در غذا تهیه شد. بچه ماهیان در ۱۲ آکواریوم با ابعاد $60 \times 30 \times 30$ سانتی متر با تراکم ده قطعه ماهی در هر آکواریوم پرورش داده شدند. بچه ماهیان تقریباً دو ماهه و با میانگین وزنی 0.52 ± 0.02 گرم به مدت ۷۰ روز با جیره‌های آزمایشی تغذیه نمودند. برای هر گروه آزمایشی سه تکرار انجام گردید. در ۱۰ هفته پرورش ماهیان، میزان تغییر رنگ پوست ماهیان با دستگاه رنگ‌سنج قابل حمل و با سنجش شخص‌های تغییر رنگ (L^*, a^*, b^*) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد ماهیانی که با جیره‌های گل رز چینی (۰/۰، ۰/۱ و ۰/۲ درصد) تغذیه کرده بودند، اختلاف محسوسی در میزان شاخص‌های تغییر رنگ نشان ندادند ($p > 0.05$) درحالی که اندازه گیری کارتوئید کل نشان داد میزان کارتوئید کل در تیمارهای تغذیه شده با گل رز چینی به طور معنی داری بیشتر از گروه کنترل بود ($p < 0.05$). این مطالعه نشان می‌دهد که کاربرد گل رز چینی باعث افزایش میزان کارتوئید در عضلات ماهیان گورامی آبی شده است لذا می‌تواند باعث افزایش بازارپسندی ماهیان زینتی گردد.

کلمات کلیدی: گل رز چینی، تغییر رنگ، کارتوئید کل، گورامی آبی

مقدمه

رنگ ماهیان به طور عمده بدليل حضور سلول‌های کروماتوفورکه محتوى رنگدانه است، می باشد که معمولاً بر روی پوست حضور دارند. چهارگروه رنگدانه اصلی عامل ايجاد رنگ در بافت و پوست حيوانات و گیاهان می باشند که عبارتند از: کارتنتوئید، ملانین، پورین و پریدیوم. کارتنتوئیدها به راحتی در چربی حل می شوند و دامنه رنگی زرد تا قرمز را در پوست ايجاد می نماید. همچنین عامل بروز رنگ‌های نارنجی و سبز در تخم، پوست و گوشت ماهیان می باشند (Fujiwara *et al.*, 1992).

مواد و روش‌ها

مولдин ماهی گورامی آبی در کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان زینتی استان گلستان (مزرعه آقای مهندس شهریاری) تکثیر شدند و سپس لاروها به تعداد ۶۰۰ قطعه جهت انجام آزمایش به آزمایشگاه مرکز تحقیقات ذخایر آب‌های داخلی گرگان منتقل گردیدند و تا زمان رسیدن به وزن 0.52 ± 0.02 گرم در آکواریوم‌های ذخیره نگهداری شدند. در شروع آزمایش، از لحاظ ظاهری ماهیان سالم برای انجام آزمایشات مورد بررسی قرار گرفتند. جهت انجام آزمایش، اقدامات ذیل انجام گرفت.

تهیه و نگهداری ماهیان: ماهیان مورد استفاده از مولдин نر و ماده تکثیر شده این آزمایش از کارگاه مهندس شهریاری واقع در شصت کلاته گرگان تهیه گردید. سپس ماهیان مورد نظر به آزمایشگاه مرکز تحقیقات ذخایر آب‌های داخلی گرگان جهت انجام پرورش و نمونه‌برداری منتقل گردیدند.

در این آزمایش ماهیان با تراکم ده قطعه ماهی با ابعاد $30 \times 30 \times 30$ سانتيمتر در ۱۲ آکواریوم رهاسازی شدند. ماهیان با رژیم غذایی شامل سه سطح گل رز چینی به میزان 0.5×0.5 و $2/5$ درصد و یک گروه کنترل به مدت ۱۰ هفته تغذیه نمودند. آزمایشات در سه تکرار انجام شد.

تغذیه ماهیان: در آزمایش غذادهی به میزان $2/5$ تا حدودا $3/5$ درصد زی توده بدن ماهیان هر آکواریوم به تعداد دو بار در شبانه روز در صبح و عصر بسته به شرایط محیط صورت گرفت.

نحوه آماده‌سازی غذا: جهت تهیه جیره غذایی مورد نیاز، ابتدا ۱۰۰ گرم غذای کنسانتره ساخت شرکت بیومار فرانسه مخصوص ماهیان زینتی با قطر 0.5 میلیمتر با ترازوی دیجیتالی وزن شد و سپس پودر گل رز چینی به میزان 0.5×0.5 و $2/5$ درصد به غذا (0.5×0.5) و $2/5$ گرم پودر گل خشک (اصافه گردید و با حجم $27/5$ سی سی از آب تا رسیدن

رنگ ماهیان به طور عمده بدليل حضور سلول‌های کارتنتوئیدها به چربی حل می شوند و دامنه رنگی زرد تا قرمز را در پوست ايجاد می نماید. همچنین عامل بروز رنگ‌های نارنجی و سبز در تخم، پوست و گوشت ماهیان می باشند (Fujiwara *et al.*, 1992).

کارتنتوئیدها به طور عمده توسط گیاهان و پلانکتون‌های گیاهی شناور تولید می شوند و به دو گروه کاروتون و گزان توفیل تقسیم‌بندی می گردد. اگر چه بیش از ۶۰۰ نوع کارتنتوئید در طبیعت یافت شده است اما تعداد کمی از آن‌ها به عنوان ماده افزودنی در غذای جانوران اضافه می شوند (Ong, 1992). نقش های عمدۀ کارتنتوئیدها در ماهیان به طور عمدۀ عبارتند از: افزایش رنگ در پوست ماهی، از طریق تولید افزایش تولید آنتی‌بادی‌ها توسط سلول‌ها که موجب بالابردن قدرت سیستم ایمنی بدن ماهی، کاهش استرس، افزایش رشد و بازماندگی، فرایند متابولیسم، تغییر رنگ بدن ماهی نر به عنوان یکی از صفات ثانویه جنسی در هنگام تولید مثل و افزایش بازماندگی است. Pailan *et al.*, 2012) به دلیل مضرات انتی‌بادی افزودنی‌ها، در بسیاری از تحقیقات استفاده از رنگدانه‌های گیاهی همانند کلم قرمز (اسدی و علاف نوبیریان، ۱۳۹۴)، هویج و لبو (ادهمی و همکاران، ۱۳۹۵) مطالعه شده است. Asimi و Sinha در سال ۲۰۰۷ گزارش دادند، گل رز چینی می تواند به عنوان افزایش دهنده رنگ طبیعی در بدن ماهی حوض *Carassius auratus* مورد استفاده قرار گیرد.

ماهی زینتی گورامی آبی با نام علمی *Trichogaster trichopterus* گونه‌ای است که در استخرها، دریاچه‌ها، مزارع برنج، کانال‌ها و رودخانه‌های آسیای جنوب شرقی یافت می گردد (Rainboth, 1996) و همکاران Degani در سال ۱۹۹۲ گزارش دادند که این ماهی‌ها می توانند در آبزی‌پروری یک گونه جدید باشد، زیرا در کشورهایی مانند تایلند به عنوان غذا مصرف می شوند. ماهی گورامی آبی می تواند به حداقل طول 15 تا 20 سانتی‌متر برسد (Axelrod, 1993). سن بلوغ جنسی در 12 تا 14 هفته هنگامیکه طول آنها به هفت سانتی‌متر رسیده باشد گزارش شده است

جهت تامین اکسیژن مورد نیاز، هوادهی از طریق پمپ مرکزی صورت گرفت و در هر آکواریوم یک عدد سنگ هوا قرار داده شد. به منظور ایجاد دمای یکسان در هر آکواریوم، یک عدد بخاری (۱۰۰ وات) برقی گذاشته شد. شرایط پرورش ماهیان در آزمایش بصورت خلاصه در جدول شماره (۱) آمده است.

اندازه‌گیری کارتونوئید کل از عضلات ماهی: کارتونوئید کل در عضله ماهیان در انتهای دوره آزمایش (پایان هفته دهم) اندازه‌گیری شدند (در ابتدای دوره آزمایش به علت کمبود عضلات ماهیان، میزان کارتونوئید کل اندازه‌گیری نشد). **آنالیزهای اسپکتروفتومتری:** محتوى کارتونوئید عضله ماهیان با توجه به روش (Torrison and Naevdal, 1984) اندازه‌گیری گردید. در پایان دوره پرورش به منظور اندازه‌گیری کارتونوئید کل از هر تیمار غذایی به صورت تصادفی نمونه برداری گردید. ۵۰۰ میلی‌گرم نمونه از عضلات دو طرف بدن از نواحی پشتی و شکمی جمع‌آوری گردید. نمونه‌های جمع‌آوری شده به لوله‌های ۱۰ ml منتقل شد و سپس نمونه‌ها در استون قرار گرفته و با همزن یکنواخت گردید. عملیات خالص‌سازی نمونه‌ها با استون با غلظت بالای ۱۰ میلی‌لیتر صورت پذیرفت. سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و به میزان سه تا چهار بار عملیات خالص‌سازی انجام شد تا هیچ‌گونه رنگ مشاهده نگردد. محلول در ۳۰۰ rpm به مدت پنج دقیقه سانتریفیوژ گردید و سپس میزان جذب با دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۴۷۴ نانومتر (علیزاده و همکاران، ۱۳۹۵) اندازه‌گیری شد.

آنالیزهای رنگ: به منظور ارزیابی رنگ پوست در هر تیمار غذایی، پارامترهای رنگ از چهار ماهی در هر تیمار به طور هفتگی به مدت ده هفته سنجش گردید. مکان سنجش، بر روی خط جانبی ماهی بین دو لکه سیاه انتخاب شد. سپس با استفاده از دستگاه رنگ سنج (Portable Minolta Chroma Meter CR-10, Minolta, Osaka, Japan) به طور هفتگی اندازه‌گیری گردید. از پارامترهای رنگ شامل L^* -value برای رنگ روشن و تاریک (۰ برای مشکی و ۱۰۰ برای سفید)، a^* -value برای قرمز تا سبز (داده مشبت گواه رنگ قرمز و داده منفی گواه رنگ سبز) و $b^*-value$ برای رنگ زرد تا آبی (داده مشبت گواه رنگ زرد و داده منفی گواه رنگ آبی) بر اساس سیستم (CIEL, 1976) استفاده شد.

به حالت خمیری شکل مخلوط گشت (اسدی و علاف نویریان، ۱۳۹۴). سپس این مواد از چرخ گوشت با صفحه مشبك به قطر یک میلی‌متر (متناسب با دهان ماهی) عبور داده شد. پس از آن، غذا روی صفحات پلاستیکی پهن شد و در مجاورت هوای آزاد و شرایط تاریکی خشک گردید. چون رنگدانه‌های کارتونوئید به روشنایی حساس می‌باشند (نیازمند، ۱۳۹۴)، لذا بهتر است که غذا در شرایط تاریکی خشک گردد. غذای گروه کنترل نیز بدون گل رز چینی ساخته شد. برای غذای گروه کنترل، کنسانتره شرکت بیومار فرانسه مخصوص ماهیان زینتی با قطر ۰/۵ میلی‌متر استفاده گردید. غذا با ترازوی دیجیتالی وزن شد و با حجم ۲/۷۵ سی‌سی از آب تا رسیدن به حالت خمیری شکل مخلوط و سپس از چرخ گوشت عبور داده و خشک گردید. غذا با ترازوی دیجیتالی با دقیقاً ۰/۰۱ گرم توزین و در داخل ظروف پلاستیکی دربسته در یخچال نگهداری شد و در هر وعده غذایی به میزان لازم درون آکواریوم‌های شیشه‌ای قرار گرفت. روزانه فضولات ماهیان از کف آکواریوم‌ها خارج گردید و با حجم معینی آب تازه (۳۰ تا ۵۰ درصد) جایگزین شد.

خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب در طول دوره پرورش: آب مورد نیاز جهت پرورش ماهیان در تمام مراحل انجام آزمایش از آب شرب شهرستان گرگان تامین گردید. برای از بین بردن کلر آب شرب، ۲۴ ساعت آب در درون تانک ۵۰ لیتری ذخیره و هوادهی گردید.

جدول (۱): شرایط پرورش ماهیان در آزمایش

شرایط آزمایش	آزمایش ۱
جنس آکواریوم	شیشه
اندازه آکواریوم	۶۰×۳۰×۳۰ cm
میانگین درجه حرارت	۲۶.۱۰±۰.۰۲°C
میانگین اکسیژن محلول	۷.۵۸±۰.۰۳ mg/l
pH میانگین	۸.۶۵±۰.۰۲
حجم آب	۳۵ لیتر
دوره نوری	۱۲ ساعت نور و روشنایی؛ ۱۲ ساعت تاریکی

بر اساس جدول (۲) در آنالیز رنگ، میزان رنگ روشنایی (L*) در غلظت‌های متفاوت تیمار‌گل رز چینی در مقایسه با گروه کنترل اختلاف معنی‌داری در هفته اول و دهم مشاهده گردید (p<0.05) (جدول ۲). در هفته اول اختلاف معنی‌داری بین تیمار رز چینی ۰/۵ درصد با گروه کنترل و رز چینی ۲/۵ درصد مشاهده گردید که تیمار ۰/۵ درصد رز چینی رنگ تاریک‌تری در مقایسه با سایر گروه‌ها تولید نمود (جدول ۲). در هفته دهم اختلاف معنی‌داری بین تیمار رز چینی ۰/۵ درصد با گروه کنترل و رز چینی ۱/۵ درصد مشاهده گردید که تیمار ۰/۵ درصد رز چینی، رنگ روشنتری در مقایسه با سایر گروه‌ها تولید نمود (جدول ۲).

تجزیه و تحلیل داده‌ها: جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از برنامه‌های نرم‌افزاری SPSS20 و Excel و از روش تجزیه واریانس یک طرفه One-Way ANOVA استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام پذیرفت. وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام گردید.

نتایج

جدول (۲) نتایج آنالیز رنگ در ماهیان تغذیه شده با غلظت‌های مختلف گل رز چینی ۰/۵، ۱/۵، ۲/۵ درصد با گروه کنترل را نشان می‌دهد.

جدول ۲: نتایج آنالیز رنگ روشنایی در ماهیان تغذیه شده با غلظت‌های مختلف گل رز چینی ۰/۵، ۱/۵، ۲/۵ درصد با گروه کنترل

مدت زمان	CG	C1	C2	C3
۱ هفته	54.29 ± 0.88 ^a	51.13 ± 1.07 ^b	53.79 ± 0.10 ^{ab}	54.29 ± 0.94 ^a
۲ هفته	58.21 ± 1.64	60.01 ± 1.56	57.39 ± 1.62	55.64 ± 0.84
۳ هفته	58.19 ± 0.76	58.45 ± 2.22	60.34 ± 1.12	60.30 ± 1.63
۴ هفته	59.06 ± 1.01	59.95 ± 1.66	63.09 ± 1.82	59.77 ± 0.58
۵ هفته	61.39 ± 1.81	62.76 ± 2.96	64.07 ± 1.67	62.76 ± 0.67
۶ هفته	63.68 ± 1.50	65.32 ± 0.57	65.54 ± 0.80	64.15 ± 0.94
۷ هفته	63.93 ± 1.17	64.95 ± 0.50	65.90 ± 0.98	65.72 ± 1.65
۸ هفته	64.49 ± 2.07	66.01 ± 1.14	67.59 ± 0.59	68.05 ± 1.75
۹ هفته	67.03 ± 0.47	65.62 ± 2.39	65.77 ± 1.97	66.94 ± 2.16
۱۰ هفته	62.44 ± 0.59 ^b	64.47 ± 0.68 ^a	62.13 ± 0.42 ^b	62.68 ± 0.57 ^{ab}

داده‌ها بصورت میانگین ± خطای استاندارد ارائه شده اند.

CG ماهی گورامی آبی تغذیه شده با گروه کنترل

C1 ماهی گورامی آبی تغذیه شده با گل رز چینی ۰/۵ درصد

C2 ماهی گورامی آبی تغذیه شده با گل رز چینی ۱/۵ درصد

C3 ماهی گورامی آبی تغذیه شده با گل رز چینی ۲/۵ درصد

حروف کوچک لاتین غیرهم نام روی انحراف معیارنشانده تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵ در هر ردیف می‌باشد.

بیشتری از سایر تیمارها سنجش گردید (جدول ۳). نتایج نشان داد رنگ غالب در این منطقه از ماهیان، رنگ سبز می‌باشد. زیرا نتایج منفی ثبت شدند. که این رنگ سبز نشان-دهنده منفی بودن نتایج است.

بر اساس جدول (۳) در آنالیز رنگ در هفته ششم میزان رنگ قرمز تا سبز (a*) در غلظت ۰/۵ درصد تیمار رز چینی در مقایسه با گروه کنترل اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (p<0.05). میزان رنگ (a*) در گروه کنترل در مقایسه با گل رز چینی در پایان هفته ششم غلظت رنگ سبز

جدول ۳: نتایج آنالیز رنگ تا قرمز تا سبز در ماهیان تغذیه شده با غلظت‌های مختلف گل رزچینی ۱/۵، ۰/۵ و ۲/۵ درصد با گروه کنترل

مدت زمان	CG	C1	C2	C3
۱ هفته	-2.82 ± 0.50	-2.49 ± 0.27	-1.80 ± 0.29	-2.44 ± 0.60
۲ هفته	-4.26 ± 0.95	-3.77 ± 0.19	-3.56 ± 0.37	-4.00 ± 0.30
۳ هفته	-3.61 ± 0.77	-3.49 ± 0.50	-2.90 ± 0.16	-2.94 ± 1.15
۴ هفته	-5.62 ± 0.85	-5.01 ± 0.63	-5.51 ± 0.20	-5.51 ± 0.73
۵ هفته	-6.15 ± 1.00	-4.98 ± 0.91	-5.28 ± 0.44	-5.06 ± 0.55
۶ هفته	-9.56 ± 0.31 ^b	-7.11 ± 0.44a	-7.49 ± 0.53 ^a	-7.81 ± 0.51 ^a
۷ هفته	-8.90 ± 0.82	-8.29 ± 0.68	-8.60 ± 0.57	-8.88 ± 0.36
۸ هفته	-10.23 ± 0.91	-9.50 ± 0.53	-9.70 ± 0.03	-10.05 ± 0.58
۹ هفته	-9.07 ± 0.99	-9.05 ± 1.00	-7.92 ± 0.66	-8.78 ± 0.56
۱۰ هفته	-8.62 ± 0.54	-8.49 ± 0.63	-7.50 ± 0.31	-7.62 ± 0.51

داده‌ها بصورت میانگین ± خطای استاندارد ارائه شده‌اند.

CG ماهی گورامی آبی تغذیه شده با گروه کنترل

C1 ماهی گورامی آبی تغذیه شده با گل رزچینی ۰/۵ درصد

C2 ماهی گورامی آبی تغذیه شده با گل رزچینی ۱/۵ درصد

C3 ماهی گورامی آبی تغذیه شده با گل رزچینی ۲/۵ درصد

حروف کوچک لاتین غیر هم نام روی انحراف معیار نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ در هر ردیف می‌باشد.

این منطقه از ماهیان رنگ زرد می‌باشد. زیرا نتایج مثبت ثبت شدند. که این رنگ زرد نشان‌دهنده مثبت بودن نتایج است.

بر اساس جدول ۴ در آنالیز رنگ میزان رنگ زرد تا آبی (b*) در تیمار گل رزچینی در مقایسه با گروه کنترل اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($p>0.05$). نتایج نشان داد رنگ غالب در

جدول ۴: نتایج آنالیز رنگ زرد تا آبی در ماهیان تغذیه شده با غلظت‌های مختلف گل رزچینی ۱/۵، ۰/۵ و ۲/۵ درصد با گروه کنترل

مدت زمان	CG	C1	C2	C3
۱ هفته	4.35 ± 1.51	4.73 ± 0.91	4.77 ± 0.53	4.32 ± 0.59
۲ هفته	5.82 ± 0.48	7.30 ± 1.23	7.46 ± 0.49	6.09 ± 0.21
۳ هفته	5.32 ± 1.04	5.86 ± 1.07	5.91 ± 1.92	5.81 ± 1.03
۴ هفته	5.09 ± 1.50	7.29 ± 1.55	7.26 ± 1.21	7.08 ± 0.50
۵ هفته	6.56 ± 0.79	6.76 ± 1.31	8.09 ± 0.50	7.51 ± 0.61
۶ هفته	6.62 ± 1.02	6.67 ± 1.07	8.98 ± 1.13	8.08 ± 0.53
۷ هفته	2.90 ± 1.25	6.36 ± 1.32	5.18 ± 1.68	4.63 ± 0.45
۸ هفته	7.55 ± 1.38	7.56 ± 0.55	10.12 ± 1.52	9.74 ± 1.44
۹ هفته	7.92 ± 0.46	7.60 ± 1.08	8.14 ± 0.74	9.19 ± 1.04
۱۰ هفته	7.26 ± 0.88	6.45 ± 0.37	7.33 ± 0.49	7.46 ± 0.31

داده‌ها بصورت میانگین ± خطای استاندارد ارائه شده‌اند.

CG ماهی گورامی آبی تغذیه شده با گروه کنترل

C1 ماهی گورامی آبی تغذیه شده با گل رزچینی ۰/۵ درصد

C2 ماهی گورامی آبی تغذیه شده با گل رزچینی ۱/۵ درصد

و Lee در سال ۲۰۰۸ اثر مثبت Paprika (فلفل دلمه‌ای قرمز) بر روی رنگ قرمز پوست tailed paradise fish (ارائه نمودند). *Macropodus ocellatus*

Bjerkeng در سال ۲۰۰۰، گزارش نمود که تفاوت‌ها در تغییرات رنگ در ماهی‌های مختلف می‌تواند به سن، اندازه، شرایط محیط، تفاوت در منبع رنگدانه‌ای و یا طول مدت زمان قرار گرفتن غذا برای ماهیان و یا ترکیبات جیره غذایی باشد. همچنین Kalinowski و همکاران در سال ۲۰۰۷ گزارش نمودند که غذا تنها فاکتور موثر بر تغییر رنگ پوست نمی‌باشد بلکه استرس‌های محیطی بر این امر نیز موثر می‌باشد. به نظر می‌رسد که تفاوت‌های معنی دار در تعدادی از هفتۀ‌ها در این مطالعه به موجب استرس‌های محیطی ناشی از اندازه‌گیری هفتگی تغییرات رنگ در این تحقیق باشد. همچنین دستگاه رنگ‌سنج Colourometer (Konica Minolta CR-10) تنها می‌تواند هشت میلی‌متر قطر فلز ماهی را اندازه‌گیری نماید و نمی‌تواند در زیر فلز (پوست) را اندازه‌گیری کند این نیز ممکن است دلیلی برای تغییرات ظاهری رنگ باشد.

در مطالعه اخیر نتایج نشان داد که ماهیان تغذیه شده با تیمارهای C1 و C2 بیشترین میزان کارتنتوئید کل در عضله نسبت به گروه کنترل را نشان دادند.

Kurnia و همکاران در سال ۲۰۱۵ رنگ آمیزی عضله *Paracoccus* sp. توسط آستاگران‌تین از باکتری‌های دریابی و آستاگران‌تین مصنوعی را در ماهی قزل آلای رنگین کمان و آستاگران‌تین مصنوعی را در ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*) بررسی نمودند. نتایج نشان داد که میزان کارتنتوئید کل در عضله ماهیان تغذیه شده با آستاگران‌تین از باکتری‌های دریابی به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود. نتایج این مطالعه با نتایج تحقیق حاضر همسو می‌باشد.

Rahman و همکاران در سال ۲۰۱۶، اثرات آستاگران‌تین را بر روی رنگ آمیزی ماهیان جوان قزل آلای رنگین کمان با دوزهای ۰، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم غذا گزارش نمودند. نتایج نشان داد که دوز ۵۰ میلی گرم بیشترین مقدار رنگ آمیزی را نشان داده است. نتایج این مطالعه با نتایج تحقیق حاضر که میزان C1 و C2 بیشترین مقدار را دارا بودند، همسو می‌باشد.

Jha و همکاران در سال ۲۰۱۲ اثر گل همیشه بهار (*Schizothorax*) را بر روی رنگ آمیزی ماهی (*Tagetes erecta*)

C3 ماهی گورامی آبی تغذیه شده با گل رز چینی ۲/۵ درصد در عضله، میزان کارتنتوئید کل در تیمار رز چینی ۵.۰ و ۱.۵ درصد با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت (p<0.05). کمترین مقدار در گروه کنترل مشاهده گردید (جدول ۵). در کل تیمارهای حاوی گل رز چینی با گروه کنترل اختلاف معنی‌دار داشت و نشان می‌دهد به لحاظ تاثیر در جذب کارتنتوئیدها در عضله ماهی گورامی، این مواد از طریق یک ماده تغذیه‌ای برای این ماهیان تامین گردد.

جدول ۵: آنالیز کارتنتوئید کل در ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی حاوی گل رز چینی

کارتنتوئیدهای کل در عضله	گروه‌های آزمایشی (تیمارها)	ماهیان (μgg^{-1})
CG		۰.۰۴ ± ۰.۰۱ ^c
C1		۰.۲۶ ± ۰.۰۱ ^a
C2		۰.۲۷ ± ۰.۰۲ ^a
C3		۰.۱۴ ± ۰.۰۱ ^b

داده‌ها بصورت میانگین ± خطای استاندارد ارائه شده‌اند.

CG ماهی گورامی آبی تغذیه شده با گروه کنترل ۱ ماهی گورامی آبی تغذیه شده با گل رز چینی ۰.۵ درصد C2 ماهی گورامی آبی تغذیه شده با گل رز چینی ۱.۵ درصد C3 ماهی گورامی آبی تغذیه شده با گل رز چینی ۲.۵ درصد حروف کوچک لاتین غیرهم نام روی انحراف معیار نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ در هر ستون می‌باشد.

بحث

بررسی نتایج این آزمایش نشان داد که از نظر تجزیه و تحلیل شاخص‌های روشنایی، قرمزی و زردی بین بیشتر هفتۀ‌های آزمایشی، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نتایج بدست آمده در تحقیق اخیر با تحقیق Booth و همکاران در سال ۲۰۰۴ که از سطوح مختلف آستاگران‌تین به جیره غذایی ماهی سرخو (*Pagrus auratus*) استفاده نموده بودند، مطابقت دارد. Pham و همکاران در سال ۲۰۱۴، اثرات سطوح مختلف کارتنتوئیدها را بر روی کفشک زیتونی *Paralichthys olivaceus* اندازه‌گیری نمودند. این محققین نیز اختلاف معنی‌داری بر روی شاخص‌های روشنایی، قرمزی و زردی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نکردند. از سوی دیگر در تضاد با نتایج این تحقیق، Choubert و همکاران در سال ۲۰۰۶ اثر مثبت کارتنتوئیدی جلبک (*Haematococcus pluvialis*) را بر روی شاخص‌های قرمزی و زردی بین تیمارهای آزمایشی گزارش دادند. Lee

نیازمند، ر.، ۱۳۹۴. انواع رنگ‌ها و کاربرد شناسایی تقلبات آن در صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی. دوره آموزشی اداره نظارت بر مواد غذایی. ۱۲۰ ص.

Axelrod, H.R., Burgess, W.E., Pronek, N. and Walls, J.G., 1993. Dr. Axelrods Atlas of Freshwater Aquarium Fishes, 7th ed. Neptune City, NJ: TFH Publications. 978 p.

Bjerkeng, B., 2000. Carotenoid pigmentation of salmonid fishes. ecent progress. In: Cruz-Suárez, L.E., Rique-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Overa-Novoa, M.A., y Civera-Cerecedo, R. (Eds.), Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola, pp: 19–22.

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

Choubert, G., Mendes-Pinto, M. and Morais, R., 2006. Pigmenting efficacy of astaxanthin fed to rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*: Effect of dietary astaxanthin and lipid sources. Aquaculture, 257(1–4): 429–436.

CIEL, 1976. Official recommendations on uniform color space, colour difference equations and metric colour terms. Suppl. No. 2 to CIE Publication No 15, Colourimetry. Commission International de l'Eclairage, Paris.

Degani, G. and Bocker, R., 1992. Vitellogenesis level and induction of maturation in the ovary of the blue gourami *Trichogaster trichopterus* (Anabantidae, Pallas, 1770). Reproductive Biology, 263(3): 330–337

Fujiwara, Y., Maoka, T., Ookubo, M. and Matsuno, T., 1992. Crassostreaxanthins A and B:

(*richardsonii*) گروه کنترل بررسی نمودند. نتایج نشان داد که دوز ۱۰ درصد گل همیشه بهار و یک گل همیشه بهار بیشترین مقدار رنگ آمیزی را نشان داده است. نتایج این مطالعه با نتایج تحقیق حاضر که میزان C1 و C2 بیشترین مقدار را دارا بودند، همسو نمی‌باشد.

تفاوت در بین نتایج گزارش شده از محققین مختلف ممکن است به شرایط محیطی متفاوت نسبت داده شود. آن نشان داده شده است که در ماهی قزل آلای رنگین کمان جذب و انباشتگی کارتوئیدها به شدت تحت تاثیر چندین عوامل می‌باشد که از آن جمله می‌توان به غلظت کارتوئید، اندازه ماهی و یا وضعیت فیزیولوژیک و مرحله بلوغ جنسی اشاره نمود (Torrisen et al., 1989; Storebakken and No, 1992)

این مطالعه نشان می‌دهد که کاربرد گل رزچینی باعث افزایش میزان کارتوئید در عضله ماهیان گورامی آبی شده است. لذا برای استفاده از این کارتوئید طبیعی به منظور افزایش بازارپسندی ماهیان زینتی، بهتر است نتایج این تحقیق مورد بررسی بیشتری قرار گیرد.

منابع

ادهمی، ب.، جعفری، س. و جانی، خ.، ۱۳۹۵. تأثیر رنگدانه‌های طبیعی (هویج و لبو) و رنگدانه مصنوعی (آستاگرانتین) جیره بر شاخص‌های رشد، فاکتورهای خونی و تغییرات رنگ پوست، بافت و خون قزل آلای رنگین کمان. فصلنامه علمی پژوهشی علوم و فنون پژوهشی، دوره ۵، شماره ۴، صص ۱۱-۱.

اسدی، ا. و علاف نویریان، ح.، ۱۳۹۴. اثر سطوح مختلف کلم قرمز به عنوان رنگدانه طبیعی در تغییر رنگ پوست و شاخص‌های رشد ماهی سوروم (*Heros severus*). تغذیه و بیوشیمی آبزیان. سال دوم، شماره اول، فصل بهار. صص ۱۳-۱.

علیزاده، م.، انصاری، ر.، دادگر، ش. و حافظیه، م.، ۱۳۹۵. تأثیر سطوح مختلف آستاگرانتین مصنوعی و جلبکی (*Haematococcus pluvialis*) بر ذخیره آستاگرانتین تخم مولдин قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علمی شیلات ایران، سال بیست و پنجم، شماره ۱۹-۱۲. صص ۱۲-۱۹.

- Novel marine carotenoids from the oyster (*Crassostrea gigas*). *Tetrahedron Lett.*, 33: 4941 - 4944.
- Jha, G.N., Sarma, D., Qureshi, T.A. and Akhtar, M.S., 2012.** Effect of marigold flower and beetroot meals on growth performance, carcass composition, and total carotenoids of snow trout (*Schizothorax richardsonii*). *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 64: 752-759.
- Kalinowski, C.T., Izquierdo, M.S., Schuchardt, D. and Robaina, L.E., 2007.** Dietary supplementation time with shrimp shell meal on red porgy (*Pagrus pagrus*) skin colour and carotenoid concentration. *Aquaculture*, 272(1): 451-457.
- Kurnia, A., Satoh, S., Haga, Y., Kudo, H., Nakada, M., Matsumura, H., Watanabe, Y. and Adachi, S., 2015.** Muscle coloration of rainbow trout with astaxanthin sources from marine bacteria and synthetic astaxanthin. *J Aquac Res Development*, 6(5) .
- Lee, C.R. and Lee, S.M., 2008.** Effect of dietary supplementation of pigment sources on pigmentation of the round tailed paradise fish *Macropodus chinensis* and pale chub Zacco platypus. *Journal of Aquaculture*, 21(4): 213-217.
- McKinnon, J.S. and Liley, N.R., 1987.** Asymmetric species specificity in response to female sexual pheromone by males of two species of Trichogaster (Pisces: Belontidae). *Can. J. Zool.* 65: 1129-1134.
- Muralidharan, L. and Pillai, S., 2012.** Chronic effects of organophosphorus insecticide 'fenthion' in melanophore pigments of *Cyprinus carpio* (linn) .*Arpn Journal of Science and Technology*, 2: 296-300.
- Ong, A.S. and Tee, E.S., 1992.** Natural sources of carotenoids from plants and oils. *Methods in Enzymology*, 213: 142-167.
- Pailan, G.H., Sinha, A. and Borkar, A., 2012.** Rose petals meal as a natural carotenoid source for pigmentation and growth of dwarf gourami, *Colisa lalia*. *Animal Nutrition and Feed Technology*. 12(2): 199-207.
- Pham, M.A., Byun, H.G., Kim, K.D. and Lee, S.M., 2014.** Effects of dietary carotenoid source and level on growth, skin pigmentation, antioxidant activity and chemical composition of juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 431: 65-72.
- Rahman, Md., Khosravi, S., Chang, K. and Lee, S., 2016.** Effects of dietary inclusion of astaxanthin on growth, muscle pigmentation and antioxidant capacity of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Prev. Nutr. Food Sci*, 21(3): 281-288.
- Rainboth, W.J., 1996.** Fishes of the cambodian mekong. FAO Species Identification Field Guide for Fishery Purposes. FAO, Rome.
- Sinha, A. and Asimi, O.A., 2007.** China rose (*Hibiscus rosasinensis*) petals: a potent natural carotenoid source for goldfish (*Carassius auratus* L.). *Aquaculture Research*, 38(11): 1123-1128.
- Storebakken, T. and No, H.K., 1992.** Pigmentation of rainbow trout. *Aquaculture*, 100(1): 209-229.
- Torrissen, O. and Naevdal, G., 1984.** Pigmentation of salmonids - Genetical variation in carotenoid deposition in rainbow trout. *Aquaculture*, 38(1): 59-66.
- Torrissen, O.J., Hardy, R.W. and Shearer, K.D., 1989.** Pigmentation of salmonids -carotenoid deposition and metabolism. *CRC Crit. Rev. Aquat. Sci*, 1: 209-225