

اثر سطوح مختلف کلم قرمز (*Brassica oleracea*) به عنوان رنگدانه طبیعی در تغییر رنگ پوست و شاخص های رشد ماهی سوروم (*Heros severus*)

احسان اسدی شریف^{۱*}، حمید علاف نویریان^۲

۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، گیلان

۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان

تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۵/۵/۲۳

چکیده

با توجه به اثرات رنگدانه جیره بر رشد و بازارپسندی ماهی، این مطالعه با هدف تعیین اثر سطوح مختلف رنگدانه کلم قرمز بر عملکرد رشد و رنگ ماهی سوروم (*Heros severus*) انجام پذیرفت. در این آزمایش چهار سطح از پودر کلم قرمز شامل مقادیر صفر، ۲، ۴ و ۶٪ در جیره غذایی ماهی سوروم در نظر گرفته شد. این آزمایش به مدت ۸ هفته انجام شد. تعداد ۱۲۰ عدد ماهی با میانگین وزنی $1/4 \pm 9/73$ گرم به طور کاملاً تصادفی بین ۱۲ مخزن توزیع شدند. در پایان آزمایش تغییر رنگ پوست ماهیان با کمک مدل Lab (نرم افزار Adobe photoshop) و با سنجش پارامترهای L^* ، a^* و b^* مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد ماهیانی که با جیره غذایی ۴ و ۶٪ پودر کلم قرمز تغذیه شدند، تغییر رنگ محسوسی نشان دادند و از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با دیگر تیمارها داشتند ($P < 0/05$). سطوح ۴٪ پودر کلم قرمز علاوه بر تغییر رنگ مطلوب، سبب افزایش شاخص های رشد مانند درصد افزایش وزن بدن ($57/51 \pm 7/3$)، درصد بازده غذایی ($16/8 \pm 0/88$)، نرخ رشد ویژه ($0/70 \pm 0/01$ درصد در هر روز) و درصد بقا ($100/0$) ماهی سوروم شد. این مطالعه نشان می دهد که کاربرد رنگدانه کلم قرمز در سطوح ۴٪ موجب افزایش شاخص های رشد ماهی سوروم شده است و برای افزایش بازارپسندی به تولیدکنندگان ماهیان زینتی توصیه می شود.

کلمات کلیدی: ماهی زینتی، *Brassica oleracea*، آنتوسیانین، سیکلید

* نویسنده مسئول: ehsanasadisharif@gmail.com

مقدمه

امروزه پرورش ماهیان زینتی یکی از مهم‌ترین صنایع برای سرگرمی و لذت از دنیای طبیعی ماهی و محیط اطراف آن است و به عبارتی می‌توان پرورش ماهیان زینتی در محیط‌های آکواریومی را به عنوان نمادی از طبیعت اقیانوس، دریا و غیره دانست.

به طور کلی رنگدانه‌ها به دو دسته طبیعی و مصنوعی تقسیم می‌شوند. با توجه به مقرون به صرفه نبودن رنگدانه‌های مصنوعی، تولیدکنندگان به دنبال جایگزینی رنگدانه‌های مصنوعی با رنگدانه‌های طبیعی هستند. رنگدانه‌ها ترکیباتی هستند که اساساً در داخل کروماتوفورها دیده می‌شوند. کروماتوفورها سلول‌های رنگی هستند که عمدتاً در درمیس پوست واقع شده‌اند. همچنین در اپی‌درمیس، حفره صفاق، چشم‌ها و اندام‌های مختلف دیده می‌شوند. رنگدانه‌ها به صورت‌های مختلف در ماهیان وجود دارند، اما انواعی که بیشتر در ماهیان نمایان می‌شوند شامل کاروتنوئیدها، ملانین‌ها و پورین‌ها هستند (ستاری، ۱۳۸۱).

با توجه به مطالعات Hall (۲۰۰۱) و Giusti و Wroldstad (۲۰۱۳)، رنگدانه‌های استخراج شده از لبوی قرمز، بتا سیانین و بتا گزانتین هستند، این در حالی است که کلم قرمز حاوی یکی از مهم‌ترین رنگدانه‌های طبیعی به نام آنتوسیانین است. این ماده در برگ‌ها، ساقه‌ها و حتی ریشه گیاهان نیز یافت می‌شود. آنتوسیانین واژه‌ای یونانی است و مقدار آن بستگی به pH، عامل جذابیت رنگ‌های قرمز، ارغوانی و آبی در بسیاری از گل‌ها، میوه‌ها و سبزیجات دارد (Fernandez-Lopez et al. 1998). بسیاری از آنتوسیانین‌ها در شرایط اسیدی قرمز رنگ هستند و هر چه میزان اسیدیته کمتر شود، به رنگ آبی-بنفش نزدیک‌تر می‌شود.

از نظر سازگاری با محیط به نظر می‌رسد الگوهای رنگی در ماهیان سه هدف تنظیم حرارتی، ارتباطات درون گونه‌ای و اجتناب از شکارچیان را دارند (ستاری، ۱۳۸۶). با این وجود، خوش‌رنگی ماهیان زینتی توسط تولیدکنندگان اهدافی چون بازاریابی آن را به دنبال دارد. از رنگدانه آستاگزانتین طبیعی استخراج شده از جلبک کلرلا (*Chlorella*)

vulgaris) و یا رنگدانه مصنوعی آستاگزانتین به منظور افزایش خوش‌رنگی پوست ماهیان طلایی (*Carassius auratus*) استفاده می‌شود (Gouveia and Rema, 2005).

ماهی سوروم (*Heros severus*) گونه‌ای از خانواده سیکلیده و بومی آمریکای جنوبی است که حدود ۳۰ سال پیش وارد ایران شده است (Moradkhani et al. 2008). ماهی سوروم از نظر تغذیه‌ای همه‌چیزخوار بوده، ولی تمایل زیادی به خوردن گیاهان از خود نشان می‌دهد. این ماهی دارای رنگ سفید متمایل به زرد بوده و دارای خصوصیات رفتاری آرام و در بعضی مواقع مانند زمان تولیدمثل رفتاری خشن از خود نشان می‌دهند.

برای بررسی رنگ موجود در پوست ماهیان از سیستم‌های مختلف استفاده می‌شود و در صنایع غذایی یکی از معتبرترین روش‌های رنگ سنجی سیستم $L^* a^* b^*$ است (Cie, 1976). L^* مولفه روشنایی یا شفافیت است و محدوده آن از صفر تا ۱۰۰ متغیر است. پارامتر a^* از سبزی تا قرمزی و پارامتر b^* از رنگ آبی تا زرد است. محدوده این پارامترها نامحدود بوده ولی در اغلب مقالات از $+120$ تا -120 ذکر شده است.

با توجه به اینکه مطالعات در زمینه تاثیرپذیری رنگدانه‌های طبیعی بسیار محدود است، لذا تحقیق حاضر، به منظور بررسی اثر رنگدانه طبیعی کلم قرمز، بر روی رنگ پذیری و شاخص‌های رشد ماهی سوروم انجام شد.

مواد و روش‌ها

نگهداری ماهی

این تحقیق در کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان زینتی لاکان، واقع در استان گیلان به مدت ۸ هفته انجام شد. کلم قرمز پس از تهیه از بازار، به قطعات کوچکی خرد شد و پس از مدتی در ظروف آلومینیومی کوچکی در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد هود خشک شد و به صورت پودر به جیره غذایی اضافه شد. ماهیان پس از سازگاری به مخازن ۵۰۰ لیتری منتقل شدند و به مدت ۴۸ ساعت بدون غذایی نگهداری شدند. سپس تعداد ۱۲۰ عدد ماهی سوروم

با میانگین وزنی $1/4 \pm 9/73$ گرم به طور کاملاً تصادفی بین ۱۲ مخزن ($95 \times 40 \times 40$ سانتیمتری) با حجم ۱۵۲ لیتر توزیع شدند. هر آکواریوم مجهز به یک لوله متصل به هواده مرکزی و سنگ هوا برای هوادهی بود و در طول دوره آزمایش هوادهی انجام شد. آب سالن تکثیر و پرورش ماهی از چاه تامین می‌شد. پارامترهای کیفی آب در دو نوبت صبح و عصر اندازه‌گیری شدند که در طول دوره پرورش درجه حرارت، pH و اکسیژن محلول به ترتیب $27 \pm 0/56$ ، $7/5 \pm 1$ و $6/8 \pm 1$ میلی گرم در لیتر ثبت شد.

ساخت جیره

غذای کنسانتره ساخت شرکت بیومار فرانسه (اندازه ۰/۵ میلی‌متر) مخصوص ماهیان زینتی ابتدا توسط آسیاب به صورت پودر درآورده شد، سپس پودر خشک شده کلم قرمز در تیمارهای مختلف به میزان

۲، ۴ و ۶٪ اضافه شد (غذای شاهد فاقد کلم قرمز و صرفاً غذای بیومار بود). ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به غذاهای پودری اضافه شد تا به صورت خمیر درآید و سپس خمیر حاصله به کمک دستگاه چرخ گوشت متناسب با اندازه دهان ماهی به صورت پلت درآمد و برای تقلیل رطوبت به کمتر از ۱۰٪، در دستگاه آون الکتریکی در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت نگهداری شد.

شاخص های رشد

هر دو هفته یکبار زیست‌سنجی از ماهیان مخازن پرورش صورت گرفت و وزن فردی ماهیان با دقت ۰/۰۱ گرم و طول کل با دقت میلی‌متر اندازه‌گیری و ثبت شد. فاکتورهای رشد شامل وزن، درصد وزن کسب شده بدن، نرخ رشد ویژه، بازده غذایی و درصد بقا محاسبه شد.

$100 \times (\text{وزن نهایی} - \text{وزن اولیه}) = \text{درصد افزایش وزن بدن } (\%)$

$100 \times (\text{تعداد روزهای پرورش} / (\text{لگاریتم متوسط وزن اولیه} - \text{لگاریتم متوسط وزن نهایی})) = \text{نرخ رشد ویژه } (\% / \text{روز})$

$100 \times (\text{غذای خشک ارائه شده} / \text{وزن محصول تر تولید شده}) = \text{بازده غذایی } (\%)$

$100 \times (\text{تعداد اولیه ماهیان} / \text{تعداد نهایی ماهیان}) = \text{نرخ بقا } (\%)$

آنالیز شیمیایی

آنالیز ترکیبات شیمیایی غذای بیومار و کلم قرمز طبق روش AOAC (۱۹۹۵) انجام شد (جداول ۱ و ۲). اندازه‌گیری پروتئین به وسیله روش کلدال و میزان چربی به روش سوکسله انجام شد و برای

تعیین خاکستر، نمونه خشک و آسیاب شده در دمای 550°C به مدت ۸ ساعت در کوره الکتریکی سوزانده شد.

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی کلم قرمز براساس ماده خشک (میانگین \pm انحراف معیار).

ترکیب شیمیایی (%)	
پروتئین	$1/51 \pm 0/38$
چربی	$0/09 \pm 0/003$
خاکستر کل	$12/8 \pm 0/89$
فیبر	$25/4 \pm 2$

جدول ۲- آنالیز شیمیایی غذای بیومار مورد استفاده در تحقیق حاضر (میانگین \pm انحراف معیار).

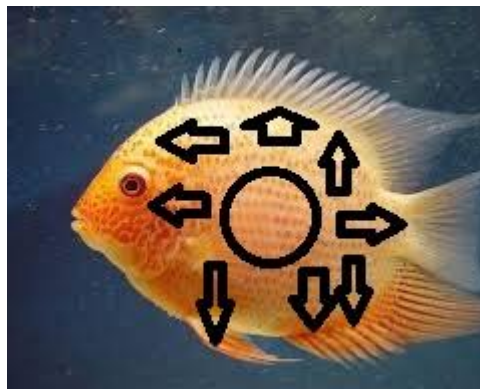
ترکیب شیمیایی (%)	
۴۵ \pm ۲/۴۴	پروتئین
۱۴ \pm ۱/۲	چربی
۸/۴ \pm ۰/۴۲	خاکستر کل
۳/۱ \pm ۰/۲۴	فیبر

آنالیز رنگ

در پایان آزمایش، سه ماهی از هر تیمار به صورت کاملاً تصادفی به منظور ارزیابی رنگ پوست انتخاب شد. نمونه‌ها با ۵۰ میلی‌گرم در لیتر MS222 بیهوش شدند و سپس توسط دوربین دیجیتالی عکس‌برداری انجام شد. رنگ‌سنجی به کمک برنامه

Adobe photoshop (نسخه ۸) و ارزیابی

مولفه‌های L^* (روشنایی یا شفافیت)، a^* (سبزی تا قرمزی) و b^* (رنگ آبی تا زردی) از ۹ نقطه در قسمت‌های مختلف پوست بدن ماهی سوروم صورت گرفت (شکل ۱).



شکل ۱- نقاط بررسی رنگ قسمت‌های مختلف پوست بدن ماهی سوروم با کمک نرم افزار فتوشاپ.

تجزیه و تحلیل آماری

پس از اتمام آزمایش، داده‌های خام به دست آمده، با کمک نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶) و با استفاده از آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) برای مقایسه میانگین بین تیمارها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای نشان دادن اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ استفاده شد.

نتایج

پارامترهای رشد

بعد از ۵۶ روز، از فاکتورهای رشد شامل وزن، وزن کسب شده بدن، نرخ رشد ویژه، بازده غذایی و درصد

بقا تحت تاثیر سطوح مختلف رنگدانه طبیعی کلم قرمز قرار داشته (جدول ۳) و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد ($P < 0/05$). بهترین عملکرد پارامترهای رشد در تیمار ۴٪ بود که نسبت به دیگر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت، این در حالی است که با افزایش سطوح رنگدانه به ۶٪ پارامترهای رشد از افت قابل ملاحظه‌ای نسبت به تیمار ۴٪ برخوردار بوده و دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P < 0/05$). قابل ذکر است که ماهیانی که با سطوح ۶٪ کلم قرمز تغذیه شدند، دارای درصد بازماندگی ۹۵٪ بوده و نسبت به دیگر تیمارها افت ۵٪ داشت.

جدول ۳- عملکرد رشد ماهی سوروم تغذیه شده با سطوح مختلف رنگدانه کلم قرمز به مدت ۸ هفته (میانگین \pm انحراف معیار).

تیما	وزن اولیه (گرم)	وزن نهایی (گرم)	افزایش وزن بدن (%)	بازده غذایی (%)	نرخ رشد ویژه (% در روز)	بقا (%)
صفر	9/70 \pm 0/6	12/5 \pm 0/4 ^b	20/69 \pm 3/3 ^b	66 \pm 16/5 ^b	0/41 \pm 0/001 ^b	100
۲	9/66 \pm 0/3	12/7 \pm 0/9 ^b	46/36 \pm 7/1 ^b	68 \pm 18/3 ^b	0/45 \pm 0/003 ^b	100
۴	9/83 \pm 0/9	14/9 \pm 1/5 ^a	57/51 \pm 7/3 ^a	88 \pm 16/8 ^a	0/70 \pm 0/007 ^a	100
۶	9/75 \pm 0/7	12/6 \pm 2/2 ^b	41/36 \pm 6/9 ^b	71 \pm 13/9 ^b	0/43 \pm 0/002 ^b	95

وجود حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P < 0/05$) بین تیمارهای مختلف است.

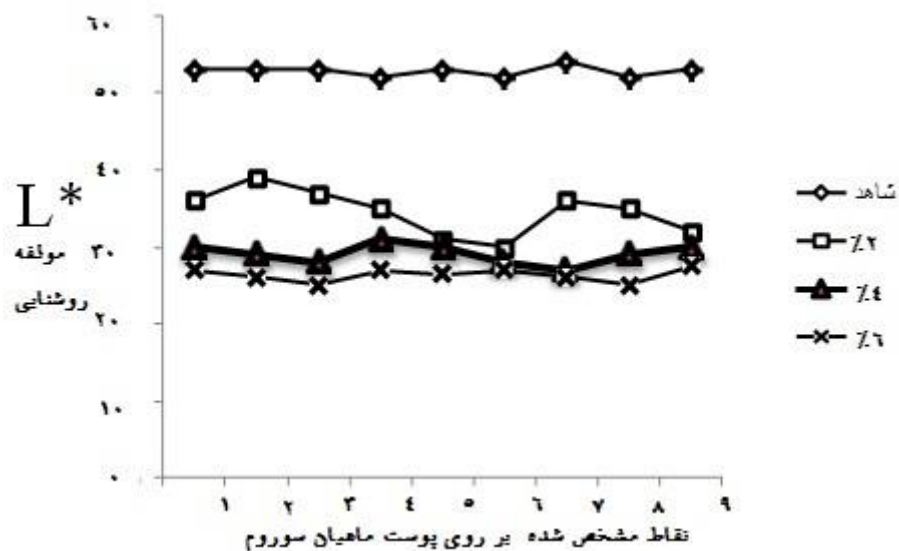
رنگ سنجی

تغییر رنگ در ماهی سوروم در شکل‌های ۳ الی ۵ موبد این امر است که ماهیانی که با جیره شاهد و ۲٪ پودر کلم قرمز تغذیه شدند، تغییر رنگ چندانی بر روی سطح پوست، باله های بدن و ساقه دمی نیافتند، در حالی که ماهیانی که با جیره ۴٪ و ۶٪

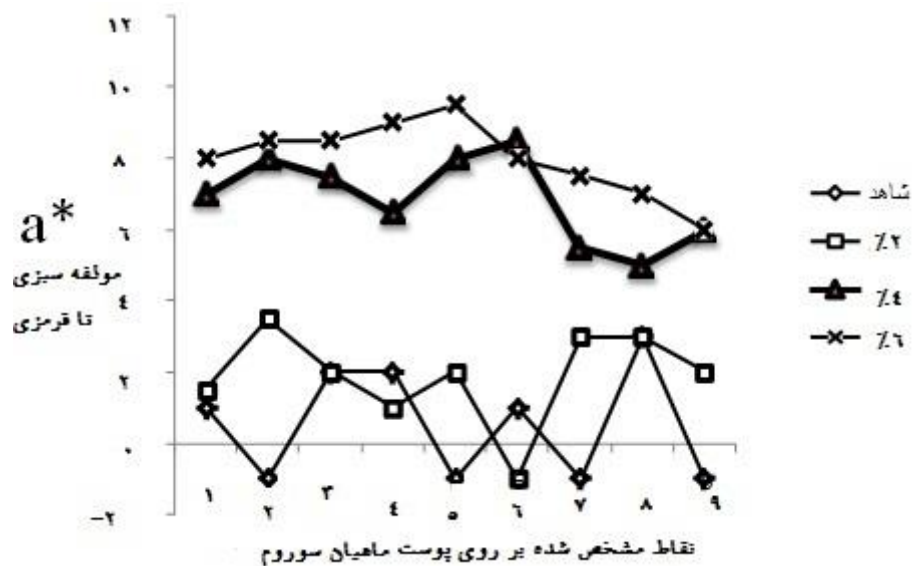
پودر کلم قرمز تغذیه شدند، با بررسی مولفه های L^* (روشنایی یا شفافیت)، a^* (سبزی تا قرمزی) و b^* (رنگ آبی تا زردی) تغییر رنگ محسوسی در تمامی سطوح بدن داشته و از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با دیگر تیمارها داشتند ($P < 0/05$) (شکل ۲).



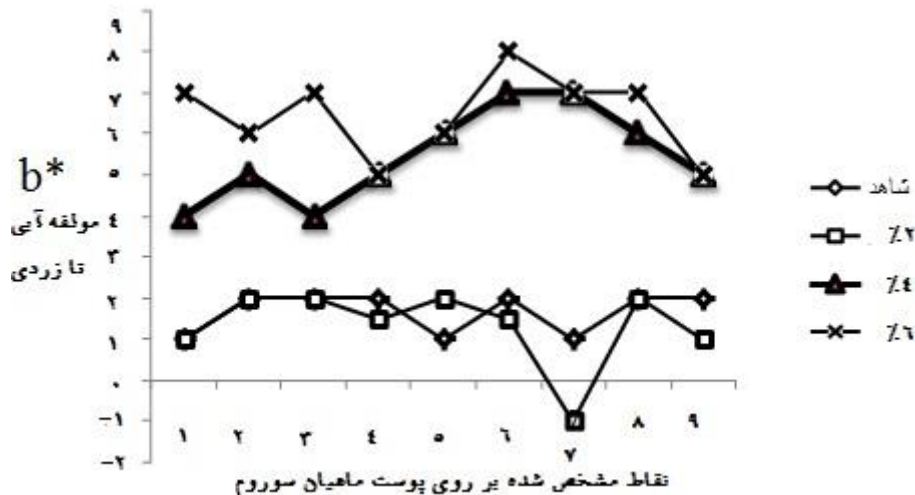
شکل ۲- مقایسه تغییر رنگ در ماهی سوروم تغذیه شده با سطوح مختلف کلم قرمز پس از ۸ هفته پرورش.



شکل ۳- تاثیر سطوح مختلف پودر کلم قرمز بر روی تغییر رنگ پوست ماهی سوروم بر حسب مشاهدات مولفه L^*



شکل ۴- تاثیر سطوح مختلف پودر کلم قرمز بر روی تغییر رنگ پوست ماهی سوروم بر حسب مشاهدات مولفه a^*



شکل ۵- تاثیر سطوح مختلف پودر کلم قرمز بر روی تغییر رنگ پوست ماهی سوروم بر حسب مشاهدات مولفه b^* .

به تیمارهای دیگر از خود نشان می دهد، اگرچه در تیمار ۰.۶٪ از نظر شاخص های رشد عملکرد مناسبی نداشتند.

Gomes و همکاران (۲۰۰۲) در تحقیقی تاثیر رنگدانه های طبیعی و صنعتی کاروتنوئیدی را بر روی تغییر رنگ پوست ماهی سیم دریایی (*Sparus aurata*) بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که با کاربرد رنگدانه های مصنوعی و طبیعی با محتوای کاروتنوئیدی یکسان (دوز ۴۰ میلی گرم در کیلوگرم)، میزان رنگدانه در تمامی نقاط پوست افزایش یافت، این در حالی بود که تاثیری بر محتوای رنگدانه ای عضلات ملاحظه نشد.

Buyukcapar و همکاران (۲۰۰۷) گزارش دادند که استفاده از فلفل دلمه ای قرمز (*Capsicum annum*) و عصاره گیاه جعفری (*Tagetes erecta*) به عنوان رنگدانه طبیعی بر روی رنگ ماهی قزل آلا (*Oncorhynchus mykiss*) تاثیرگذار بود. Kop و همکاران (۲۰۰۸) تغییر رنگ ایجاد شده بر پوست ماهی سیچلاید (*Cichlasoma severum*) تحت تاثیر رنگدانه های طبیعی مانند جلبک قرمز تک سلولی *P. cruentum* و آستازانتین را مقایسه کردند و افزایش رنگ قرمز پوست را در هر دو حالت گزارش دادند.

بحث

همان طور که نتایج این تحقیق نشان می دهد، پارامترهای رشد شامل درصد افزایش وزن بدن، کارایی تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه و درصد بقا در تیمارهایی که با سطوح صفر، ۲ و ۰.۶٪ پودر کلم قرمز تغذیه شدند، نسبت به ماهیانی که با سطح ۰.۴٪ تغذیه شدند، اختلاف معنی دار آماری را تحت تاثیر افزایش رنگدانه طبیعی کلم قرمز از خود نشان دادند. این امر نشان دهنده اثر منفی قابل توجه افزایش سطوح بالای رنگدانه بر پارامترهای رشد ماهی سوروم در تیمار ۰.۶٪ است.

Gouveia و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که تغذیه ماهی کوی (*Cyprinus carpio* L.) با ۸۰ میلی گرم در کیلوگرم عصاره جلبک اسپیرولینا (*Arthrospira maxima*) تغییر رنگ مشابهی را نسبت به رنگدانه مصنوعی آستاگزانتین با همان دوز نشان داد. در مطالعه ای مشابه Xiangjun و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که استفاده از عصاره جلبک اسپیرولینا (*Spirulina platensis*) با دوز کمتر (۱۷/۲۶ میلی گرم در لیتر) نسبت به رنگدانه مصنوعی CR (Carophyll® red) با دوز بیشتر (۳۹/۱۱ میلی گرم در کیلوگرم) تغییر رنگ مشابهی را در پوست ماهی کوی ایجاد نمود. مطالعه حاضر نیز نشان داد که کاربرد رنگدانه های طبیعی مانند کلم قرمز در سطوح ۰.۶٪ و ۰.۴٪ تغییر رنگ مشخصی نسبت

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که افزایش غلظت رنگدانه‌های طبیعی کلم قرمز در سطوح ۶٪ شاخص‌های رشد ماهی سوروم را کاهش داده است. مطالعات مختلفی نیز نشان داده است که کاربرد محتوای گیاهی بالا در جیره غذایی ماهیان، به خصوص در ماهیان گوشتخوار، رشد این ماهیان را کند می‌کند. دلیل اصلی این امر بالا بودن سطوح سلولزی موجود در گیاهان است (Olvera-Nova, 1990; Ergun and Erdem, 2000). با توجه به اینکه کاربرد عصاره رنگدانه کلم قرمز در سطوح ۴٪ علاوه بر تغییر رنگ مناسب در پوست ماهی سوروم، در پارامترهای رشد و بقای این ماهی زینتی نیز مثبت بود، لذا جایگزین خوبی برای رنگدانه‌های تجاری موجود در بازار مانند آستاگزانتین است، همچنین استفاده از این رنگدانه طبیعی از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه است. نتایج این تحقیق میزان تاثیر هر یک از سطوح پیشنهادی را بر روی شاخص‌های رشد و تغییر رنگ پوست ماهی سوروم تعیین کرد تا یک پرورش دهنده بتواند بینش صحیح از هر یک از سطوح پیشنهادی رنگدانه در مطالعه حاضر داشته و از آن در شرایط پرورشی استفاده کند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از جناب آقای دکتر میر رفعتی به منظور فراهم نمودن امکانات این تحقیق در هنرستان کشاورزی جنت رشت کمال تشکر را داریم.

مشعل‌چی، م.، علیشاهی، م.، جواهری بابلی، م. و.، حجازی، م.ا. ۱۳۸۹. مقایسه اثر آستاگزانتین و جلبک *Dunaliella salina* بر رنگ پوست ماهی اسکار سفید (*Astronorus ocellatus*). مجله بیولوژی دریا ۲: ۸۳-۷۵.

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemistry. Washington, D.C.

Baron و همکاران (۲۰۰۸) گزارش دادند که غذای حاوی رنگدانه آستاگزانتین، رنگ قرمز را بر روی ماهیان گورامی (*Colisa lalia*) بعد از ۸ هفته آزمایش ایجاد می‌کند. اگر چه استفاده از رنگدانه‌های مصنوعی به هیچ وجه توصیه نمی‌شود، اما رنگدانه‌های مصنوعی مانند Astaxanthin، Zeaxanthin و Canthaxanthin در تغذیه ماهیان اسکار ببری (*Astronotus ocellatus*)، قزل‌آلای رنگین کمان، ماهی طلائی (*Carduelis tristis*) و کوی استفاده می‌شود (Paripatanamont et al. 1992; Storbakken et al. 1992; McGrow et al. 2001; Gupta et al. 2007).

مشعل‌چی و همکاران (۱۳۸۹)، از مولفه های a^* و b^* به منظور بررسی مقایسه اثر آستاگزانتین و جلبک (*Dunaliella salina*) بر تغییر رنگ پوست ماهی اسکار ببری استفاده کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که رنگدانه آستاگزانتین و جلبک دونالیلا هر دو باعث القای تغییر رنگ در ماهی اسکار می‌شوند. در تحقیقی مشابه، Choubert (۱۹۸۹) با کاربرد رنگدانه مصنوعی آستاگزانتین در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان گزارش داد که مولفه L^* که شاخص روشنایی است، کاهش، ولی مولفه‌هایی مانند a^* ، b^* و C_{ab} افزایش یافتند. این امر با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد که نشان می‌دهد در سطوح بالای رنگدانه کلم قرمز (مانند ۴ و ۶٪) مولفه L کاهش یافته ولی مولفه‌های a و b افزایش داشتند.

منابع

ستاری، م. ۱۳۸۶. ماهی شناسی (۱) (تشریح و فیزیولوژی). انتشارات حق شناس. ۶۶۲ ص.

Baron, M., Davies, S., Alexander, L., Snellgrove, D., Sloman, K.A. 2007. The effect of dietary pigments on the coloration and behavior of flame-red dwarf gourami, *Colisa lalia*. Animal Behavior 75: 1041-1051.

- Buyukcapar, H.M., Yanar, M. 2007. Pigmentation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with carotenoids from marigold flower (*Tagetes erecta*) and red pepper (*Capsicum annum*). Turkish Journal of Veterinary & Animal - Academic Journals 31: 7-12.
- 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.
- CIE, Commission Internationale de l'Eclairage. 1976. Colorimetry, Publication no15. Bureau central de LaCIE, Vienna, Austria 14 p.
- Ergun, S., Erdem, M. 2000. Effect of natural and synthetic carotenoid sources on pigmentation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Turkish Journal of Veterinary and Animals 24: 391-402.
- Fernandez-Lopez, J.A., Almela, L., Munoz, J.A., Hidalgo, V., Carreno, J. 1998. Dependence between colour and individual anthocyanin content in ripening grapes. Food Research International 31: 667-672.
- Furr, H.C., Clark, R. M. 1997. Intestinal absorption and tissue distribution of carotenoids. Journal of Nutritional Biochemistry 8: 364-377.
- Gomelsky, B., Cherfas, N.B., Bendom, N., Hulata, G. 1996. Color inheritance in ornamental (Koi) carp (*Cyprinus carpio* L.) inferred from color variability in normal and gynogenetic progenies. The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh 48: 219-230.
- Gomes, E., Dias, J., Silva, P., Valente, L., Empis, J., Gouveia, L. Young, A. 2002. Utilization of natural and synthetic sources of carotenoids in the skin pigmentation of gilthead seabream (*Sparus aurata*). European Food Research and Technology 214: 287-293.
- Gourveia, L., Rema, P., Pereira, O., Empis, J. 2003. Colouring ornamental fish (*Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*) with microalgal biomass. Aquaculture Nutrition 9: 123-129.
- Giusti, M.M. Wrolstad, R.E. 2013. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. Biochemical Engineering Journal 14: 217-225.
- Gupta, S.K., Jha, A.K., Venkateshwarlu, G. 2007. Use of natural carotenoids for pigmentation in fishes. Natural product Radiance 6: 46-49.
- Hall, C. 2011. Sources of natural antioxidants: oilseeds, nuts, cereals, legumes, animal products and microbial sources. Antioxidants in food. Practical applications. CRC Press, USA.
- Kop, A., Durmaz, Y. 2008. The effect of synthetic and natural pigments on the colour of the cichlids (*Cichlasoma severum* sp., Heckel 1840). Aquaculture 16: 117-122.
- Mcgraw, K.J., Hill, G.E. 2001. Carotenoid access and intraspecific variation in plumage pigmentation in male American goldfishes (*Carduelis tristis*) and Northern cardinals (*Cardinalis cardinalis*). Functional Ecology 15: 732-739.
- Olvera-Novoa, M.A., Campos, S.G., Sabido, M.G., Martinez Palacios, C.A. 1990. The use of alfalfa leaf protein concentrates as a protein source in diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus*). Aquaculture 90: 291-302.
- Paripatanamont, T., Tangtrongpaioj, J., Sailasuta, A., Chansue, N. 1999. Effect of astaxanthin on the pigmentation of goldfish *Carassius auratus*. Journal of the World Aquaculture Society 30: 454-460.

Storebakken, T., No, H.K. 1992.
Pigmentation of rainbow trout.
Aquaculture 100: 209-229.
Xiangjun, S., Yu, C., Yuantu, Y.,
Zhihong, M., Yongjun, L., Tieliang,
L., Na, J., Wei, X., Lin, L. 2012.

The effect of dietary pigments on
the coloration of Japanese
ornamental carp (koi, *Cyprinus
carpio* L.). Aquaculture 342-343:
62-68.

Effect of different level of red cabbage (*Brassica oleracea*) as natural pigment on skin coloration and growth of Severum (*Heros severus*)

Ehsan Asadi Sharif^{1*}, Hamid Allaf Noveirian²

1- Young Researchers and Elite Club, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Guilan, Iran

2- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran

Received 5 April 2016; accepted 13 August 2016

Abstract

Considering the effect of dietary pigment on growth and market acceptability, this study was conducted to determine the effect of different levels of red cabbage powder on growth performance and coloration of Severum (*Heros Severus*). In this experiment, four levels of red cabbage powder i.e. 0, 2, 4 and 6% were added to the diet for 8 weeks. One-hundred and twenty fish with initial average weight of 10 ± 1.4 g were randomly distributed between 12 aquaria. At the end of the trial, the skin color of fish was assessed by the Lab model i.e. L* a* and b* parameters. The fish received 4% and 6% red cabbage in their diet, exhibited significant desirable color compared with the control and 2% treatments ($P < 0.05$). The fish fed with 4% red cabbage powder, exhibited higher body weight gain ($57.5 \pm 7.3\%$), feed efficiency ($88 \pm 16.8\%$), specific growth rate (0.70 ± 0.01 %/day) and survival rate (100%) than the other treatments. The results of this experiment showed that supplementing diet with 4% red cabbage cause better pigmentation and higher growth rate in fish.

Keywords: Ornamental fish, *Brassica olerace*, Anthocyanin, Cichlidae

*Corresponding author: ehsanasadisharif@gmail.com