فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی و تکوین جانوری
شماره پیاپی ۳۹، جلد ۱۰، شماره ۴، پائیز۹۶، صفحه ۳۱ تا۴۳

اثرات سطوح مختلف پودر گوجه فرنگی بر شاخص های رشد، بقا و ذخیره کاروتنوئید در بافت پوست و عضله ماهی دالر نقره ای(*Metynnis hypsauchen*)

احمد اسلامی فر[۱]، مهرداد فرهنگی[۲]، کرامت ا... رضایی[۳]، باقر امیری مجازی[۴]، محمد اخوان بهابادی[۱]

۱-کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران. ایران. **eslamifarahmad@gmail.com**

۲-دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران. ایران.

۳-استاد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران. ایران.

٤-استاد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران. ایران.

تاریخ دریافت: ۹٦/٦/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹٦/۸/۱

چکیده

زمینه و هدف: در این مطالعه اثر ۵ جیره آزمایشی پودر گوجه فرنگی بر روی میزان رشد، بقا و ذخیره کاروتنوئید در ماهی دالر نقره ای(*Metynnis hypsauchen*) مورد بررسی قرار گرفت.

روش کار: ماهیان با ۵ تیمار غذایی مختلف و ۳ تکرار در هر تیمار (۱۵ واحد آزمایشی) در قالب یک طرح کاملاً تصادفی به مدت ۸ هفته پرورش داده شدند. ۵ جیره آزمایشی که شامل جیره شاهد منفی فاقد هر گونه مواد رنگدانه ای، شاهد مثبت حاوی ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم آستاگزانتین مصنوعی و سه تیمار غذایی یک، دو و سه به ترتیب مقدار ۱۵، ۲۰ و ۲۵ میلی گرم در کیلوگرم کاروتنوئید کل معادل با لیکوپن طبیعی موجود در پودر گوجه فرنگی بود. طول کل و وزن کل ماهیان برای بررسی وضعیت رشد ماهیان و به منظور اندازه گیری تجمع کاروتنوئیدها در پوست و عضله از روش اسپکتروفتومتری استفاده شد.

یافته ها: افزایش وزن تیمارهای آزمایشی در مقاطع مختلف آزمایشی و به ویژه در کل دورهٔ آزمایشی نسبت به تیمارهای شاهد منفی و شاهد مثبت کمتر بود. هم چنین میزان کاروتنوئید در بافت‌های پوست و عضله ماهی دالر نقره‌ای در تمام تیمارها بیشتر از تیمار شاهد منفی مشاهده شد. در تیمارهای آزمایشی با افزایش میزان غلظت کاروتنوئید طبیعی در جیره‌های غذایی میزان کاروتنوئید پوست و عضله افزایش یافت($P<0/05$).

نتیجه گیری: عملکرد پایین در بین شاخص های مختلف رشد در تیمارهای آزمایشی، نشان دهنده وجود عوامل محدود کننده رشد، میزان فیبر بالا و چربی خام پایین در پودر گوجه فرنگی موجود در تیمارهای آزمایشی می باشد. کاهش ذخیره کاروتنوئیدها نسبت به تیمار دارای آستاگزانتین و افزایش ذخیره کاروتنوئیدها نسبت به تیمار فاقد رنگدانه در پودرگوجه فرنگی نشان دهنده جذب و متابولیسم ناکافی و ناکارآمد کاروتنوئیدهای پودرگوجه فرنگی در ماهی می باشد.

واژه های کلیدی: رنگدانه طبیعی، پودر گوجه فرنگی، لیکوپن، آستاگزانتین، ماهیان زینتی.

مقدمه

پرورش ماهیان زینتی یک فعالیت قدیمی، به دلیل ارزش زیبایی شناختی بالای آن ها و توانایی آن ها برای بقا در یک محیط مصنوعی می باشد. در زمینه تجارت ماهیان زینتی و سودآوری آن شاخص هایی از قبیل شکل بدن، شکل باله‌ها، اندازهٔ باله‌ها و رنگ پوست از مهم‌ترین معیارهای کیفی تعیین ارزش ماهیان زینتی محسوب می-شوند(۲۸، ۱۴). به خاطر تمایل و در خواستی که برای ایجاد ماهیان به شدت رنگی به وجود آمده، توجه به رنگ‌بندی بدن ماهی به شدت افزایش یافته است(۲۸). از طرفی برای جلب نظر مشتری و داشتن قیمت مطلوب، رنگ ماهی باید از کیفیت لازم برخوردار باشد(۴۷). در وهله اول رنگ ماهیان وابسته به وجود کروماتوفورهایی است که دارای رنگدانه هستند. چهار رنگدانه اصلی، ملانین ها، پورین ها، پتریدیوم ها و کاروتنوئیدها وجود

دارد که باعث بروز رنگ در پوست و بافت جانوران و گیاهان می گردد(۲۰). ماهیان نیز مثل سایر جانوران قادر به سنتز خود به خودی(*De novo*) کاروتنوئیدها نیستند و رنگ از طریق تجمع کاروتنوئیدها در بافت های آن ها حاصل می شود(۴۷). بنابراین ماهیان به منظور دستیابی به کاروتنوئیدها و سایر رنگدانه ها بر منابع خوراکی خود تکیه دارند تا رنگ خود را حفظ نمایند(۴۲، ۲۶). با این تفاسیر لازم است در پرورش ماهیان زینتی که تغذیه آن‌ها با خوراک های فرموله انجام می شود رنگدانه های مورد نیاز به جیره های غذایی اضافه شود(۲۰). در اغلب مطالعات انجام شده با منابع رنگدانه خوراکی در زمینه ماهیان زینتی از قبیل ماهی قرمز طلایی(۴۷، ۴۴، ۱۴)، گونه ای از کاراسین ها(۴۴)، گوارمی کوتوله(۳)، سیچلاید سوروم(۲۰)، ماهی مخرج لوله‌ای کره‌ای(۱۹) و ماهی سه خاره(۴۲، ۲۶) اثرات مثبت این منابع رنگدانه‌ای خوراکی در بهبود رنگ ماهی و حتی تغییر رنگ نشان داده شده است. نه تنها این منابع بر رنگ پوست ماهیان موثرند بلکه باعث تقویت سیستم ایمنی ماهیان، کمک به رشد سریع‌تر و افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی آن ها نیز می‌شوند(۴۲، ۳۹، ۳۸). از میان انواع رنگدانه‌ها، آستاگزانتین توانایی بیشتری جهت ذخیره شدن و رنگزایی نشان داده است(۴۱)، اما استفاده از رنگدانه‌های متنوع بسیاری چه طبیعی و چه سنتتیک برای ایجاد رنگ در ماهیان مورد مطالعه قرار گرفته است. پس از آستاگزانتین، کانتاگزانتین و لوتئین از جمله رنگدانه‌های سنتتیک رایج در این زمینه محسوب می شوند(۵). دلایلی که باعث می گردد تعداد مطالعات در زمینه رنگزایی ماهیان توسط مکمل‌های خوراکی رنگی بالا برود، وجود مسیرهای متفاوت متابولیسمی رنگدانه‌ها در گونه‌های مختلف، بازدهی متفاوت این منابع و ویژگی‌های مختص گونه‌ای است که یک رنگدانه نسبت به گونه‌ای خاص در فرآیندهای هضم، ذخیره‌سازی و تثبیت رنگدانه از خود نشان می‌دهد(۲۰). به همین خاطر برای مشخص کردن پتانسیل رنگزایی منابع مختلف رنگدانه در یک گونه، لازم است از آن منابع در آزمایشات استفاده و نتایج حاصله مورد ارزیابی قرار گیرد. مطالعات زیادی در مورد افزودن رنگدانه ها به جیره غذایی آبزیان صورت گرفته و در این مطالعات بیشتر از گروه کاروتنوئیدها استفاده شده است. کاروتنوئیدها رنگدانه های زیستی محلول در چربی هستند که اغلب رنگ زرد و قرمز به پوست می دهند و رنگ های نارنجی و سبز را در تخم، پوست و گوشت ماهیان ایجاد می کنند(۲۰). از طرف دیگر آستاگزانتین یک کتوکاروتنوئید متقارن است که مسئول رنگ قرمز- صورتی ماهیان آب شیرین، شور و بسیاری از موجودات دیگر آبزی است و از فراوان ترین کاروتنوئیدها در طبیعت محسوب می شود(۵). لیکوپن، کاروتنوئید اصلی گوجه فرنگی بوده و ۹۳/۳-۷۸/۶ درصد کاروتنوئید آن را تشکیل می دهد(۳۳). رنگدانهٔ لیکوپن منشاء اولیه سایر رنگدانه های کاروتنوئیدی است(۱۲). زنجیرهٔ بلند هیدروکربنی با یازده پیوند دوگانهٔ پیوسته و دو پیوند دوگانه منفرد که فاقد حلقه β-Ionone و اتم اکسیژن در ساختمان خود می باشد. فرمول شیمیایی آن $C_{40}H_{56}$ با وزن مولکولی ۵۳۶/۸۵ دالتونی ترکیبی چربی دوست و غیر قابل حل درآب است(۳۰). از طرف دیگر، پودر گوجه فرنگی از بالاترین میزان رنگدانه لیکوپن در بین فرآورده های مختلف گوجه فرنگی است(۳۰). ماهی دالر نقره ای نیز به خاطر نیاز مراقبتی ویژه در تغذیه، نداشتن تنوع رنگ، وضعیت فروش مناسب و رژیم غذایی گیاهخواری به عنوان گونهٔ زینتی مناسب برای استفاده در این تحقیق انتخاب شده است. این ماهی متعلق به خانوادهٔ کاراسیده و حوزهٔ آمریکای جنوبی می باشد. طول ماهی بالغ ۱۲ cm، دما، سختی و pH آب محیط پرورش آن ها به ترتیب ۲۸ – ۲۴ درجه سانتی گراد، ۲۰۰ ppm – ۱۰۰ و ۷/۲ – ۶/۵ می‌باشد.

تغذیه این خانواده ماهیان از بافت های گیاهی است اما اکثر آن ها در طبیعت از بی مهرگان آبزی نیز تغذیه می کنند که سهم آن بستگی به فصل و زیستگاه آن ها دارد(۴۳). در تحقیقات علمی انجام شده اثر رنگدانه لیکوپن طبیعی یا منابع سرشار از آن(مثل گوجه و فرآورده های آن) بر آبزیان گزارش نشده است. در همین راستا در این مطالعه پودر گوجه فرنگی به علت دسترسی آسان از نظر تجاری، ارزان بودن، میزان لیکوپن طبیعی زیاد(µg/g ۱۲۶۴– ۱۱۲۶) به عنوان یک منبع طبیعی بالقوهٔ رنگدانه در جیرهٔ غذایی ماهی زینتی دالر نقره ای مورد ارزیابی قرار گرفته است(۳۰).

مواد و روش‌ها

به منظور استخراج کاروتنوئید از پودر گوجه‌فرنگی و تعیین مقدار کاروتنوئید کل معادل رنگدانهٔ لیکوپن، یک گرم از پودر گوجه‌فرنگی توزین و به آن ۴ میلی-لیتراستون(حاوی ۵ میلی‌لیتر بوتیل هیدروکسی تولوئن ۰/۰۵ درصد)، ۴ میلی‌لیتر اتانول و ۸ میلی‌لیتر ان- هگزان اضافه و برای مدت ۱۵ دقیقه مخلوط گردید. سپس نمونه‌ها به قیف تفکیک کننده منتقل شدند. رنگدانه استخراجی سه مرتبه با ۵ میلی‌لیتر آب مقطر شسته شد. قیف تفکیک کننده به آرامی تکان داده شده و به مدت ۳۰ ثانیه در هر بار شستشو، برگردانده شد. در این مرحله استون باعث جدایی آب از نمونه شده و از تشکیل امولسیون دائمی جلوگیری می نماید(۱۳). در هر نوبت، آب حاصل از شستشو(فاز پائینی) دور ریخته شد. در نوبت آخر، شستشو از فاز رویی که حاوی رنگدانه‌های کاروتنوئیدی استخراجی می باشد، برای تعیین میزان کاروتوئید کل در دستگاه اسپکتروفتومتر استفاده گردید(۱۱). مقدار جذب عصارهٔ به دست آمده توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۷۲ نانومتر ثبت شد(طول موج ماکزیمم جذب لیکوپن). در ادامه مقدار کاروتنوئید کل نمونه به صورت معادل لیکوپن، طبق رابطهٔ زیر و با استفاده از ضریب خاموشی ویژهٔ لیکوپن در ان – هگزان ۳۴۵۰ (۲۵) محاسبه گردید(جدول ۲) (۱۷).

$$C(\mu g/g) = ۱۰۰۰۰ \times A_{\lambda max} \times V_{عصاره} / E_{۱\%\times۱} \times W_{نمونه}$$

C = مقدار کاروتنوئید کل به میکروگرم در گرم،

A_{max} = مقدار جذب در حداکثر طول موج جذب،

V_s = حجم محلول نمونه (عصاره)، $E_{۱\%\times۱}$ = ضریب خاموشی ویژهٔ کاروتنوئید کل برای محلول ۱٪ در سل یک سانتی متری، W = وزن نمونه(وزن مرطوب).

جدول ۱- مقدار ترکیبات مغذی در مواد غذایی اولیه مورد استفاده برای ساخت جیره‌های آزمایشی

ماده غذایی	ماده خشک درصد	پروتئین خام درصد	چربی خام درصد	الیاف خام درصد	خاکستر درصد	انرژی خام کیلو کالری بر گرم
پودرگوجه‌فرنگی	۹۶/۵	۱۳/۲۷	۹/۱۲	۳۷/۹	۵/۴۲	۵/۱۸
پودر ماهی	۸۹/۰۵	۶۰/۶۹	۰/۹۷	۰/۱۹	۱۳/۸۶	۳/۳۶
کنجاله سویا	۹۰/۸۷	۳۹/۰۱	۰/۷۸	۴/۲۱	۵/۵۷	۳/۱۲
آرد گندم	۸۷/۲۳	۱۱/۱۸	۰/۸۳	۰/۹۰	۰/۷۰	۲/۷۲
گلوتن گندم	۹۲/۳۰	۵۸/۴۸	۰/۵۶	۰/۴۷	۴/۲۱	۳/۵۴
روغن سویا	–	–	۱۰۰	–	–	۹
روغن ماهی	–	–	۱۰۰	–	–	۹

جدول ۲- میزان کاروتنوئید موجود در یک گرم پودر گوجه‌فرنگی

ماده غذایی	کاروتنوئید کل معادل لیکوپن(µg/g)
پودر گوجه فرنگی	۱۲۹/۲۸ ± ۱۵/۹۵

جیرهٔ غذایی شاهد ماهی دالر نقره‌ای، براساس مطالعات قبلی در مورد گونه‌های متعلق به این خانواده(کاراسیده ها Characidae) تهیه شد(۴۴). در خانواده کاراسیده، ترکیبات مغذی جیرهٔ غذایی ۳۵٪ پروتئین خام، حدود ۶٪ چربی و ۹/۵ ٪ خاکستر گزارش شده است(۴۲). برای فرمولاسیون جیرهٔ غذایی ماهی از نرم افزار UFFDA استفاده شد. در جیرهٔ غذایی شاهد از هیچ نوع رنگدانه‌ای استفاده نشد. در جیره‌های غذایی شاهد مثبت ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم آستاگزانتین مصنوعی و در تیمارهای غذایی یک، دو و سه به ترتیب مقدار ۱۵، ۲۰ و ۲۵ میلی گرم در کیلوگرم کاروتنوئید کل معادل با لیکوپن طبیعی موجود در پودر گوجه فرنگی استفاده شد(جدول ۳). به طورکلی حد مجاز غلظت کاروتنوئیدها در جیره غذایی آبزیان ۱۰۰ میلی گرم در کیلو گرم می باشد(۵). بنا به ضرورت نشان دادن تامین احتیاجات تغذیه ای ماهی دالر نقره ای در جیره های غذایی تهیه شده و تطبیق آن با منابع مطالعه شده(۴۴)، ترکیب شیمیایی اجزای آن بعد از نمونه برداری تصادفی(هر تیمار غذایی دو نمونه)، مطابق روش های ارائه شده برای مواد غذایی تعیین گردید(جدول ۴). محتویات کل کاروتنوئیدی در جیره‌های حاوی پودر گوجه فرنگی به صورت معادل لیکوپن، طبق روش ارائه شده در جدول ۲ تعیین شد. در جیرهٔ دارای آستاگزانتین نیز محتویات کاروتنوئید کل به صورت معادل با آستاگزانتین به همین روش محاسبه گردید. ضریب خاموشی ویژهٔ ($E^{1\%}_{1cm}$) آستاگزانتین در ان – هگزان ۲۱۰۰ است(۱۷). در جیرهٔ فاقد رنگدانه نیز از ضریب خاموشی ۲۵۰۰ برای محاسبه میزان کاروتنوئید کل در حداکثر طول موج جذب استفاده شد(۳۱). ماهیان با تیمارهای غذایی فرموله شده به مدت ۵۶ روز در ساعات ۸ و ۱۴ تا حد سیری غذادهی شدند. در ابتدا، هر ۱۴ روز یک بار و انتهای آزمایش، طول و وزن کل ماهیان توسط خط‌کش زیست‌سنجی و ترازوی دیجیتال برای بررسی وضعیت رشد ماهیان اندازه گیری و ثبت شد(۴۵). ماهیان حداقل ۲۴ ساعت قبل و بعد از زیست‌سنجی تغذیه نشدند و در زمان انجام کار با عصاره گل میخک بیهوش گردیدند. در هر مرحله زیست سنجی شاخص‌های رشد شامل طول، وزن و افزایش وزن، شاخص وضعیت و میزان بقاء مطابق فرمول های ذیل محاسبه شد که در قسمت نتایج میزان این شاخص ها نمایش داده شده است(۲۲).

وزن ابتدایی – وزن نهایی = (گرم) افزایش وزن

۱۰۰ × جمع ماهیان تلف شده و باقیمانده / تعداد ماهیان زنده مانده = درصد بقاء

بعد از پایان آزمایش به منظور اندازه‌گیری تجمع کاروتنوئیدها در پوست و عضله ماهی دالر نقره‌ای از هر واحد آزمایشی دو قطعه ماهی به طور تصادفی صید و بیهوش گردید. سپس نمونه های پوست(۲۰۰ – ۱۰۰ میلی گرم) و عضله(۲۵۰ – ۱۵۰ میلی گرم بدون استخوان و بافت چربی) تهیه و به طور جداگانه تا اندازه‌گیری کاروتنوئید کل در دمای ۷۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند(۴۲). در ادامه مقدار کاروتنوئید کل نمونه‌های پوست و عضله به روش زیر انجام گردید. نمونه ها در تیوب سانتریفیوژ پلی‌پروپیلنی ۵۰ میلی‌لیتری قرار داده شدند. ۴ میلی‌لیتر حلال به آن ها اضافه گردید. مخلوط توسط هموژنایزر به مدت ۱۵ دقیقه هموژن شدند. عصاره‌های حاصله در دمای زیر ۴ درجه سانتی-گراد به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ و رسوب داخل تیوب

مجدداً به حالت معلق در آمده و با ۴ میلی‌لیتر دیگر از حلال استون سانتریفیوژ گردید. این مرحله تا زمانی که استون بی رنگ به دست آمد تکرار شد(۷). رنگدانه‌های کاروتنوئیدی موجود در استون به یک قیف جدا کنندهٔ ۲۵ میلی‌لیتری منتقل و به آن ۸ میلی‌لیتر ان – هگزان اضافه گردید. با اضافه کردن آب مقطر رنگدانه‌ها به فاز بالایی(ان – هگزان) انتقال یافتند. این عمل سه بار تکرار و فاز زیرین در هر نوبت شستشو جدا و دور ریخته شد. مقدار مشخصی از عصارهٔ صاف شدهٔ استخراج شده در فاز بالایی در داخل لولهٔ اسپکتروفتومتر ریخته و مقدار جذب نمونه در طول موج ماکزیمم جذب ۴۵۰ نانومتر برای تیمار شاهد منفی، ۴۷۰ نانومتر برای تیمار شاهد مثبت و ۴۷۲ نانومتر برای تیمارهای آزمایشی اندازه‌گیری گردید. مقدار کاروتنوئید کل در نمونه‌ها طبق رابطهٔ و با استفاده از ضریب خاموشی ویژهٔ($E^{1\%}_{1cm}$) ۲۵۰۰ برای تیمار شاهد منفی(۳۱)، ۲۱۰۰ برای تیمار شاهد مثبت(۱۷) و ۳۴۵۰ برای تیمارهای آزمایشی(۲۵) در ان– هگزان محاسبه شد. بعد از تحقق دو شرط اصلی آزمون‌های پارامتریک تجزیه واریانس(یکنواخت بودن واریانس و نرمال بودن داده‌ها)(۴۷)، از آزمون تجزیه واریانس یک-طرفه (ANOVA) برای مقایسه واریانس بین تیمارها و از آزمون دانکن برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها(در سطح ۵ درصد) با کمک نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۸ استفاده شد. نمودارها و جداول نیز با استفاده از نرم افزار اکسل نسخه ۲۰۱۰ تهیه گردیدند.

نتایج

در این تحقیق طول، وزن، افزایش وزن تیمارهای آزمایشی، در مقاطع مختلف آزمایشی و به ویژه در کل دورهٔ آزمایشی نسبت به تیمارهای شاهد منفی و شاهد مثبت کمتر بود ($P < ۰/۰۵$).

جدول ۳- سهم مواد غذایی در فرمولاسیون جیره‌های آزمایشی

مواد غذایی(درصد)	تیمارهای غذایی				
	شاهد منفی فاقد رنگدانه	شاهد مثبت حاوی آستاگزانتین	تیمار اول پودرگوجه‌فرنگی	تیمار دوم پودرگوجه‌فرنگی	تیمار سوم پودرگوجه‌فرنگی
آستاگزانتین	–	۰/۰۰۲	–	–	–
پودر گوجه فرنگی	–	–	۱۱/۶	۱۵/۵	۱۹/۴
پودر ماهی	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
کنجاله سویا	۵۰/۱	۵۰/۱	۵۰/۱	۵۰/۱	۵۰/۱
آرد گندم	۱۰	۱۰	۴/۰۴	۲/۴۴	۰/۴۴
گلوتن گندم	۱۴	۱۴	۱۲/۴۳	۱۱/۹۵	۱۱/۳۸
روغن ماهی	۵/۴۵	۵/۴۵	۳/۲۴	۲/۵۰	۱/۸۴
روغن سویا	۵/۴۵	۵/۴۵	۳/۲۳	۲/۵۰	۱/۸۴
پرمیکس ویتامین	۱	۱	۱	۱	۱
پرمیکس معدنی	۱	۱	۱	۱	۱
ویتامین ث	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
دی کلسیم فسفات	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸
کولین کلراید	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
متیونین	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
لیزین	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
بایندر	۱	۱	۱	۱	۱
جمع کل	۱۰۰	۱۰۰/۰۰۲	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

جدول ٤-میزان ترکیبات مغذی و رنگدانه‌های جیره‌های آزمایشی

ترکیبات مغذی	تیمارهای غذایی			
	شاهد منفی فاقد رنگدانه	شاهد مثبت حاوی آستاگزانتین	تیمار اول پودر گوجه‌فرنگی	تیمار دوم پودر گوجه‌فرنگی	تیمار سوم پودر گوجه‌فرنگی
ماده خشک (٪)	۸۷/۸۰±۰/۹۸^{ab}	۸۷/۸۰±۰/۹۸^{ab}	۸۶/۴۵±۱/۰۶^{a}	۸۸/۷۰±۲/۶۸^{ab}	۹۰/۷۵±۰/۰۷^{b}
پروتئین خام (٪)	۳۸/۰۱±۱/۹۶^{a}	۳۸/۰۱±۱/۹۶^{a}	۳۶/۶۱±۰/۸۳^{a}	۳۸/۳۳±۰/۷۴^{a}	۳۹/۶۴±۰/۰۸^{a}
چربی خام (٪)	۱۲/۴۵±۰/۰۷^{c}	۱۲/۳±۰/۲۸^{c}	۹/۱۰±۰/۱۴^{b}	۹/۱۵±۰/۰۷^{b}	۷/۴۵±۰/۲۱^{a}
فیبر خام (٪)	۳/۸±۰/۲۸^{a}	۳/۸±۰/۲۸^{a}	۵/۰۰±۰/۴۲^{ab}	۵/۳۰±۱/۱۳^{ab}	۵/۷۵±۰/۲۱^{b}
خاکستر(٪)	۷/۶۵±۰/۹۴^{a}	۷/۶۵±۰/۹۴^{a}	۸/۰۵±۰/۲۱^{a}	۸/۴۰±۰/۴۲^{a}	۸/۶۵±۰/۲۱^{a}
انرژی خام (کیلو کالری / گرم)	۴/۸۷±۰/۲۶۸^{a}	۴/۸۷±۰/۲۶۸^{a}	۴/۶۶±۰/۱۲۱^{a}	۴/۷۳±۰/۱۶۹^{a}	۴/۶۳±۰/۰۱۶^{a}
کاروتنوئید کل(میلی گرم/کیلوگرم)	۷/۴۳±۰/۹۸^{a}	۱۹/۰۵±۰/۳۸^{c}	۱۳/۴۴±۰/۸۲^{b}	۲۰/۷۵±۰/۱۶^{d}	۲۳/۴۲±۰/۳۲^{e}

حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($P < ۰/۰۵$)

جدول ٥ -شاخص‌های فیزیکوشیمیایی آب محیط پرورش(انحراف معیار± میانگین)

عامل	دما(درجه سانتی گراد)	اکسیژن محلول(میلی گرم در لیتر)	pH
مقدار	۲۴/۹۵±۰/۸۳	۵/۰۱±۰/۷	۷/۷±۰/۸۳

جدول ٦- اثر تیمارهای مختلف کاروتنوئیدها بر میانگین± انحراف معیار طول کل(سانتی متر) طی دوره‌های آزمایش(۳ عدد)

تیمار	روز ۱	روز ١٤	روز ۲۸	روز ٤۲	روز ٥٦
شاهد منفی	۶/۲۳±۰/۶۳^{a}	۶/۶۱±۰/۵۶^{ab}	۶/۹۲±۰/۰۶^{b}	۷/۳۶±۰/۰۶^{b}	۷/۶۵±۰/۰۸^{b}
شاهد مثبت	۶/۰۹±۰/۶۱^{a}	۶/۵۴±۰/۶۶^{ab}	۶/۸۹±۰/۰۸^{b}	۷/۳۵±۰/۱۲^{b}	۷/۶۳±۰/۱۴^{b}
تیمار اول	۶/۰۹±۰/۴۸^{a}	۶/۷۳±۰/۵۹^{b}	۶/۹۲±۰/۱۲^{b}	۷/۲۴±۰/۱۳^{ab}	۷/۴۱±۰/۰۵^{a}
تیمار دوم	۶/۱۲±۰/۶۱^{a}	۶/۵۴±۰/۶۲^{ab}	۶/۷۳±۰/۰۴^{a}	۷/۰۷±۰/۱۲^{a}	۷/۳۹±۰/۰۸^{a}
تیمار سوم	٦/۰٥±۰/٦۱^{a}	٦/٤۱±۰/٥۸^{a}	٦/۷۸±۰/۰۷^{ab}	۷/۱۳±۰/۰۳^{a}	۷/۲۹±۰/۱۲^{a}

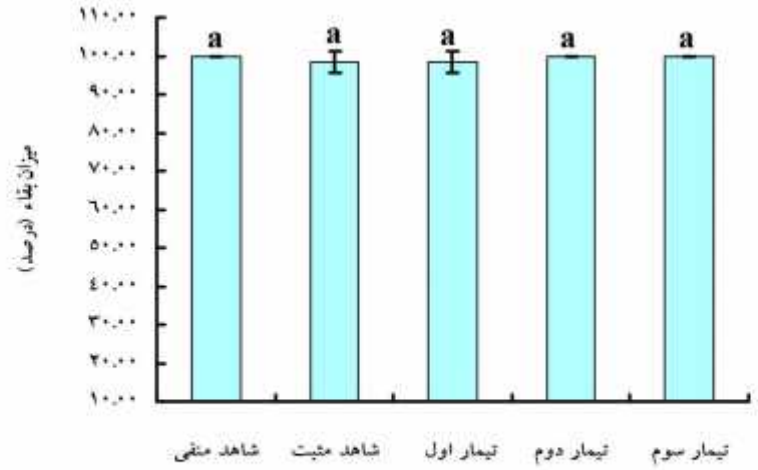
حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد($P < ۰/۰۵$).

جدول ۷- اثر تیمارهای مختلف کاروتنوئیدها بر میانگین± انحراف معیار وزن (گرم) طی دوره‌های آزمایش(۳ عدد)

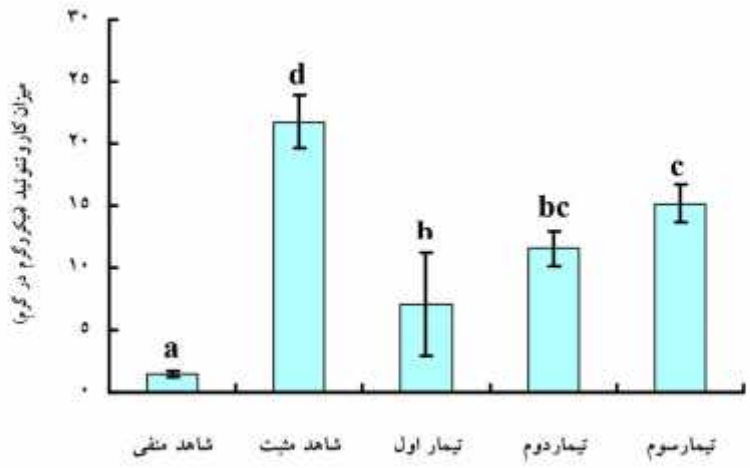
تیمار	روز ۱	روز ١٤	روز ۲۸	روز ٤۲	روز ٥٦
شاهد منفی	۷/۰۴±۲/۳۰^{a}	۷/۹۳±۲/۴۱^{ab}	۹/۵۵±۲/۵۰^{b}	۱۰/۹۱±۲/۷۳^{c}	۱۱/۹۷±۲/۷۲^{c}
شاهد مثبت	۶/۳۵±۲/۰۶^{a}	۷/۵۹±۲/۶۳^{ab}	۹/۱۰±۲/۸۷^{ab}	۱۰/۳۶±۳/۱۵^{bc}	۱۱/۴۰±۳/۲۷^{bc}
تیمار اول	۷/۱۲±۲/۳۳^{a}	۸/۱۱±۲/۴۶^{b}	۹/۲۰±۲/۷۸^{ab}	۱۰/۱۰±۳/۲۰^{abc}	۱۰/۷۵±۳/۶۱^{ab}
تیمار دوم	۶/۴۴±۲/۱۱^{a}	۷/۶۰±۲/۴۶^{ab}	۸/۶۶±۲/۷۳^{ab}	۹/۵۴±۲/۹۱^{ab}	۱۰/۵۰±۲/۹۹^{ab}
تیمار سوم	٦/۳۷±۲/۰۷^{a}	۷/۰۹±۱/۹۹^{a}	۸/٤۰±۲/۳٦^{a}	۹/۱۷±۲/٤۱^{a}	۹/٦۹±۲/۳۱^{a}

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($P < ۰/۰۵$).

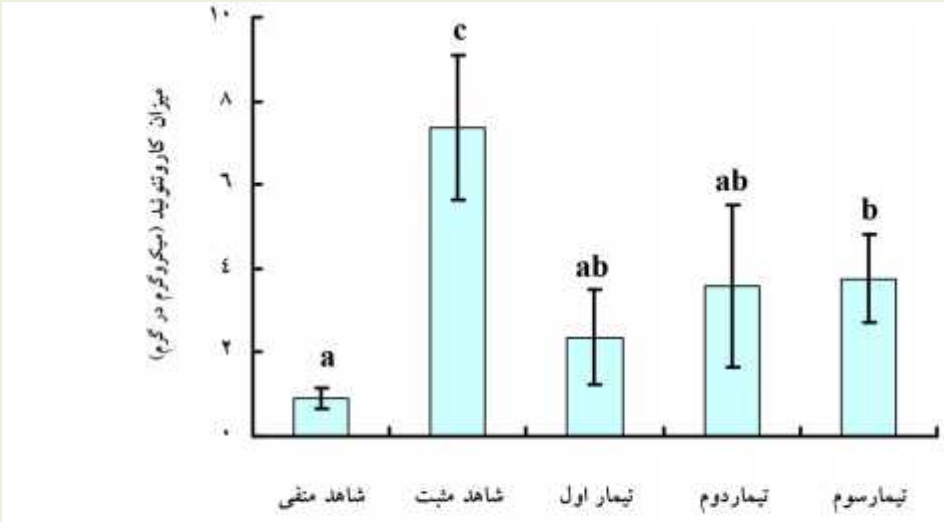
در مورد میزان بقا می توان عنوان کرد کـه بـا وجـود ۱/۷ درصد تلفـات در تیمـار اول و تیمـار شـاهد مثبـت در ۱۴ روز پایـان آزمـایش هـیچ تفـاوت معنـی‌داری در مقـاطع مختلـف و در کـل دورهٔ آزمـایش در شـاخص بقـاء بـین تیمارهـا مشـاهده نشـد(نمودار ۱). بـدن مـاهی دالـر فاقـد رنگ بوده و نقره‌ای می باشد. با توجه به نقش تنوع رنگ در تجـارت ماهیـان زینتـی امکـان ایجـاد رنـگ در آن بـا تغذیـهٔ منـابع کاروتنوئیـدی بررسـی شـد. میـزان ذخیـره کاروتنوئید در بافت‌های پوست و عضله ماهی دالـر نقـره-ای در تمام تیمارها بیشتر از تیمار شـاهد منفـی بـود ($P < ۰.۰۵$). در تیمارهـای آزمایشـی بـا افـزایش میـزان غلظـت کاروتنوئیـد طبیعـی در جیـره‌هـای غـذایی میـزان ذخیـره کاروتنوئید پوست و عضله افزایش یافت ولی این افزایش هـیچ اثـری در رنـگ ظـاهری پوسـت ماهیـان در بـین تیمارهای مختلف نداشت(نمودار ۲ و ۳).



نمودار ۱- اثر تیمارهای مختلف بر میانگین ± انحراف معیار میزان بقاء (درصد) در کل دورهٔ آزمایش (۳ عدد).



نمودار ۲- اثر تیمارهای مختلف بر میانگین ± انحراف معیار میزان کاروتنوئید کل (میکروگرم در گرم) در پوست (۹ عدد)



نمودار ۳- اثر تیمارهای مختلف بر میانگین ± انحراف معیار میزان کاروتنوئید کل (میکروگرم در گرم) در عضله (۹ عدد).

بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق طول، وزن، افزایش وزن در مقاطع مختلف آزمایشی و به ویژه در کل دورهٔ آزمایشی نسبت به تیمارهای شاهد منفی و شاهد مثبت کمتر بود($P < ۰.۰۵$). اضافه کردن پودر گوجه فرنگی با سطوح مختلف در تیمارهای آزمایشی، تفاوت اصلی بین فرمولاسیون جیره-های آزمایشی با جیرهٔ شاهد منفی و مثبت می‌باشد. این عملکرد پایین و مشترک در بین شاخص‌های مختلف رشد در تیمارهای آزمایشی، نشان دهنده وجود عوامل محدود کنندهٔ رشد در پودر گوجه‌فرنگی در تیمارهای آزمایشی می‌باشد. این در حالی است که بین تیمارهای شاهد منفی و شاهد مثبت در مورد کلیهٔ شاخص‌های فوق در کل دورهٔ پرورشی تفاوت معنی داری مشاهده نشده است که منطبق با برخی تحقیقات علمی می‌باشد که عدم تاثیر معنی‌دار منابع کاروتنوئیدی سنتتیک را بر افزایش وزن آبزیان نسبت به تیمارهای شاهد گزارش داده‌اند(۴۲، ۱۷، ۴). برخلاف نتایج مطالعه انجام شده گزارشاتی نیز وجود دارد که استفاده از منابع کاروتنوئیدی سنتتیک، افزایش معنی‌داری بر وزن آبزیان نسبت به تیمارهای شاهد داشته است(۲۳، ۱۹، ۱۶). از منابع کاروتنوئیدی و غیرکاروتنوئیدی گیاهی به ویژه گیاهان عالی نیز در تغذیه آبزیان استفاده شده است(۲۴، ۲۳، ۲). نتایج شاخص‌های رشد در استفاده از منبع گیاهی پودر گوجه-فرنگی در جیره‌های آزمایشی در این آزمایش با مطالعات زیر مطابقت دارد. استفاده از منبع گیاهی پودر یونجه در تغذیه ماهی انگشت قد تیلاپیای نیل در سطوح بالای ۵ درصد(۱)، در تغذیه ماهی قرمز طلایی در سطوح بالای ۱۵ درصد(۴۵) و در تغذیه ماهی تیلاپیای موزامبیک در سطوح بالای ۴۵ درصد(۲۷) باعث کاهش شاخص‌های رشد گردید. شاخص‌های رشد در اثر استفاده از منابع گیاهی فوق در سطوح پایین تر تفاوت معنی‌داری با تیمارهای شاهد در شاخص‌های رشد نشان ندادند که بر خلاف نتایج تیمارهای آزمایشی این تحقیق می‌باشد. در استفاده از سطوح ۱/۸ درصد گل همیشه‌بهار و ۵ درصد فلفل‌قرمز در جیرهٔ ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نیز برخلاف نتایج تیمارهای آزمایشی در این تحقیق،

اختلاف معنی‌داری در رشد با تیمارهای شاهد مشاهده نشد(۴۵). در مطالعات فوق علت کاهش شاخص‌های رشد در سطوح بالای پودر یونجه در جیره‌های گونه‌های مختلف، افزایش میزان فیبرخام و عوامل ضدتغذیه‌ای و کاهش دریافت انرژی ذکر شده است(۴۵، ۲۷). با توجه به مطالعه انجام شده و مطالعات قبلی، رنگدانه‌های سنتتیک عملکرد بسیار متفاوتی در ارتباط با شاخص های رشد در بین گونه‌های مختلف آبزی، سنین مختلف و دوره‌های رشد نشان داده‌اند که نشان دهندهٔ اختصاصی عمل کردن آن ها در هر گونه آبزی و ماهی دالر نقره‌ای در این آزمایش می‌باشد. هم چنین کاهش شاخص‌های رشد در تیمارهای آزمایشی این مطالعه، نامناسب بودن استفاده از پودر گوجه‌فرنگی را در تغذیهٔ ماهی دالرنقره-ای در سطوح ۱۱/۶ درصد و بالاتر از آن، نسبت به تیمارهای شاهد منفی و مثبت نشان داده است. اغلب ماهیان می‌توانند تا ۸ درصد فیبرخام را در جیره تحمل کنند اما سطوح بالاتر از ۸ درصد رشد را کاهش می-دهد(۶). علی‌رغم وجود ۳۷/۹ درصد فیبرخام در پودر گوجه‌فرنگی(جدول ۱)، میزان فیبرخام جیره‌های نهایی تیمارهای آزمایشی بین ۵/۷۵ – ۵ درصد و تیمارهای شاهد منفی و مثبت ۳/۸ درصد می‌باشد(جدول ۴) که سطوح بالایی از فیبرخام را نشان نمی‌دهد و نمی تواند دلیل کاهش رشد تنها به افزایش میزان فیبر و ترکیبات ضدتغذیه‌ای مربوط باشد. به نظر می‌رسد وجود اختلافات معنی‌دار در میزان چربی‌خام به عنوان یک منبع مهم انرژی در آبزیان، انرژی مورد نیاز فعالیت های متابولیسمی و رشد را در تیمارهای آزمایشی تحت تاثیر قرار داده است. میزان چربی‌خام تیمار سوم(۷/۴۵ درصد)، تیمار اول(۹/۱۰ درصد) و تیمار دوم(۹/۱۵ درصد) تفاوت معنی‌داری با تیمارهای شاهد منفی(۱۲/۴۵ درصد) و شاهد مثبت(۱۲/۳۰ درصد) نشان دادند(جدول ۴). با توجه به میزان فیبر خام بالا و چربی‌خام پایین در تیمارهای آزمایشی(به ویژه تیمار سوم)، انرژی قابل هضم و متابولیسم کمتر نیز می‌تواند علت رشد پایین تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمارهای شاهد منفی و شاهد مثبت باشد. لازم به توضیح است که برای ارزیابی نقش احتمالی رنگدانه ها در رشد به ویژه در ماهیان پرواری نیاز به در نظرگرفتن دوره های طولانی تر غذا دهی می-باشد، چنان که ماهیان قزل آلای رنگین کمانی که جیرهٔ دارای آستاگزانتین را از اوزان پایین تر(۲۵/۵-۶/۵ gr) تا وزن ۴۰۰ gr دریافت کرده بودند، نسبت به ماهیانی که از اوزان بالاتر(۲۲۰ gr به بالا) تا وزن ۴۰۰ gr با همین جیره غذادهی شده بودند وزن مرطوب بالاتری پیدا کردند که دلالت بر نکته فوق دارد(۱۸). در مورد میزان بقا می توان عنوان کرد که با وجود ۱/۷ درصد تلفات در تیمار اول و تیمار شاهد مثبت در ۱۴ روز پایان آزمایش هیچ تفاوت معنی‌داری در مقاطع مختلف و در کل دورهٔ آزمایش در شاخص بقاء بین تیمارها مشاهده نگردید. مطالعات انجام شده در زمینهٔ کاروتنوئیدهای سنتتیک(۴۲،۴۰) و منابع کاروتنوئیدی گیاهی(۴۵) نیز با وجود بروز تلفات، هیچ تفاوت معنی‌داری بین تیمارها نشان نداده‌اند. اما مکمل خوراکی آستاگزانتین در میگوی کروماى ژاپنی (۴۲) و میگوی ببری سیاه(۷) افزایش بقاء را نشان داده است. در ماهی آکواریومی پرت ژاپنی میزان بقاء در لاروهایی که با روتیفرهای غنی شده با بتاکاروتن تغذیه شده بودند بیشتر بود(۳۷). لازم به ذکر است که در ماهیان تلف شده این تحقیق، هیچ علامت خاصی از بیماری مشاهده نشده بود و ماهیان از رشد طبیعی برخوردار بودند. از نظر شرایط محیطی نیز هوادهی به صورت مداوم وجود داشت و شرایط فیزیکوشیمیایی آب نیز محدودهٔ قابل قبولی داشتند. میزان کاروتنوئید در بافت‌های پوست و عضله ماهی دالر نقره‌ای در تمام تیمارها بیشتر از تیمار شاهد منفی بود($P < ۰/۰۵$). در تیمارهای آزمایشی با افزایش میزان غلظت کاروتنوئید طبیعی در جیره‌های

غذایی میزان کاروتنوئید پوست و عضله افزایش یافت. مطالعات بسیاری در آبزیان مختلف انجام شده که ذخیره‌سازی رنگدانه با افزایش میزان رنگدانه در غذا افزایش یافته است(۴۵، ۹). هیچ گزارشی مبنی بر افزایش غلظت رنگدانه در جیره و کاهش میزان رنگدانه ذخیره شده در بافت های آبزیان مشاهده نشده است اما افزایش غلظت رنگدانه در جیرهٔ غذایی در سطوح بالا، میزان ذخیره رنگدانه را به سطح ثابتی رسانده است(۴۵). در تیمار شاهد مثبت، رنگدانهٔ آستاگزانتین سنتتیک نسبت به تمام تیمارهای آزمایشی بیشترین میزان کاروتنوئید را در هر دو بافت پوست و عضله نشان داد. پودر گوجه‌فرنگی به عنوان منبع طبیعی کاروتنوئیدی در آبزیان مطالعه نشده است ولی رنگدانه آستاگزانتین در مطالعات زیادی در آبزیان استفاده شده و کارآیی بالایی نشان داده است(۴۶، ۳). در غالب مطالعات انجام شده، رنگدانه‌های سنتتیک تجمع بیشتری را در مقایسه با رنگدانه‌های طبیعی(به ویژه در گیاهان آلی) در آبزیان نشان دادند. در مرور منابع انجام شده تنها در یک مطالعه استفاده از سطح ۱۵درصد پودر برگ یونجه(۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کاروتنوئید طبیعی) توانست میزان ذخیرهٔ کاروتنوئید مشابهی با سطح ۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم رنگدانهٔ آپو – استر سنتتیک در پوست ماهی قرمز طلایی نشان بدهد(۴۵). منابع رنگدانه-های طبیعی از قبیل جلبک‌ها دارای کمپلکسی از کاروتنوئیدها هستند که هر کدام نیاز به مسیر متابولیکی و بیوسنتزی متفاوتی دارد تا به صورت نهایی جهت ذخیره در بافت های مختلف، درآیند(۳۴). روی هم رفته در اغلب مطالعات، منابع طبیعی نسبت به رنگدانه‌های سنتتیک که غیراستریفه هستند و به طور مستقیم ذخیره می‌شوند، کارآیی کمتری دارند (۳۶). به طور کلی در این تحقیق میزان کاروتنوئید موجود در پوست بیشتر از عضله بود که با مطالعه ای بروی آزاد ماهیان(حدود ۱۰ برابر بیشتر) انجام شد، مطابقت دارد(۱۵). در گرایش اختصاصی کاروتنوئیدها به بافت خاص، عواملی از قبیل قابلیت دسترسی کاروتنوئیدهای موجود در اجزای غذایی و هضم آن ها، مقدار رنگدانه در غذا، طول دوره تغذیه با رنگدانه و استعداد ذاتی جانور برای تبدیل یا ذخیره کردن رنگدانه‌ها در بافت‌ها دخالت دارند(۱۵). نکته قابل ملاحضه آن است که علی‌رغم مشاهدهٔ ذخیرهٔ کاروتنوئیدهای مورد استفاده در پوست ماهی در این آزمایش، هدف نهایی مطالعه که همان ایجاد رنگ در پوست بوده میسر نشده و افزایش ذخیره کاروتنوئیدها هیچ اثری در رنگ ظاهری پوست ماهیان تیمارهای مختلف نشان نداده است. توجه دقیق‌تر به فیزیولوژی و مکانیسم بروز رنگ در جانوران، پاسخ عدم بروز رنگ علی‌رغم ذخیرهٔ رنگدانه‌های کاروتنوئیدی در پوست را روشن می‌سازد. در هر حال با توجه به نتایج به دست آمده از هضم، جذب و تثبیت متفاوت رنگدانه‌های پودر گوجه فرنگی و آستاگزانتین سنتتیک می توان به اختصاصی بودن کارایی رنگدانه‌ها در گونه‌های مختلف و در ارتباط با بافت های متفاوت بدن جهت ذخیره شدن پی‌برد.

منابع

1.Ali, A.; Al-Asgah, N.A.; Al-Ogaily, S.M., Ali, S. (2003). Effect of feeding different levels of alfalfa meal on the growth performance and body composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. Asian fisheries science, 16(1/2); 59-68.

2.Azimi, A., Imanpoor, M.R., Maleknejad, R., Shokrollahi, S. (2014). Effects of natural (red bell pepper & tomato) and synthetic (astaxanthin & β-carotene) pigments on flower horn fish (*Cichlasoma* Sp.) blood parameters. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2(11); 2761-2767.

3.Baron, M., Davies, S., Alexander, L., Snellgrove, D., Sloman, K.A. (2008). The effect of dietary pigments on the coloration and behaviour of flame-red dwarf gourami, *Colisa lalia*. Animal Behaviour, 75(3);1041-1051.

4.Bjerkeng, B., Peisker, M., Von Schwartzenberg, K., Ytrestøyl, T., Åsgård, T. (2007). Digestibility and muscle retention of astaxanthin in *Atlantic salmon*, *Salmo salar*, fed diets with the red yeast *Phaffia*

rhodozyma in comparison with synthetic formulated astaxanthin. Aquaculture, 269(1); 476-489.
5.Breithaupt, D.E. (2007). Modern application of xanthophylls in animal feeding–a review. Trends in Food Science & Technology, 18(10); 501-506.
6.Buhler, D.R., Halver. J.E. (1961). Nutrition of salmonid fishes. IX. Carbohydrate requirements of chinook salmon. J. Nutr, 74; 307-318.
7.Chien, Y.H., Shiau, W.C. (2005). The effects of dietary supplementation of algae and synthetic astaxanthin on body astaxanthin, survival, growth, and low dissolved oxygen stress resistance of kuruma prawn, *Marsupenaeus japonicus* Bate. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 318(2); 201-211.
8.Choubert, G., Blanc, J.M. (1989). Dynamics of dietary canthaxanthin utilization in sexually maturing female rainbow trout(*Salmo gairdneri* Rich.) compared to triploids. Aquaculture, 83(3-4); 359-366.
9.Choubert, G., Storebakken, T. (1989). Dose response to astaxanthin and canthaxanthin coloration of rainbow trout fed various dietary carotenoid concentrations. Aquaculture, 81; 69-77.
10. Davis, A. J., Dale, N. M., Ferreira, F. J. (2003). Pearl millet as an alternative feed ingredient in broiler diets. J. Appl. Poult. Res., 12(2); 137-144
11. Davis, A. R., Fish, W. W., Perkins-Veazie, P. (2003). A rapid spectrophotometric method for analyzing lycopene content in tomato and tomato products. Postharvest Biology and Technology, 28; 425-430.
12. During, A., Harrison, E.H. (2004). Intestinal absorption and metabolism of carotenoids: insights from cell culture. Archives of Biochemistry and Biophysics, 430(1); 77-88.
13. Falahi, M. (1994). Conversional industry of tomato. Barasava Publisher, 240.
14. Gouveia, L., Rema, P., Pereira, O., Empis, J. (2003). Colouring ornamental fish(*Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*) with microalgal biomass. Aquaculture Nutrition. 9(2); 123-129.
15. Guillaume, J., Kaushik, S.J., Bergot, P., Métailler, R. (1999). Nutrition et alimentation des poissons et des crustacés. Collections Du Labo au Terrain. Éditions INRA, Paris, France, 489 pp.
16. Izquierdo, M.S., Kalinowski, C.T., Thongrod, S., Robaina, L. (2005). Nutritional needs for correct pigmentation in European red porgy(*Pagrus pagrus*). Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, 307-323.
17. Kalinowski, C.T., Izquierdo, M.S., Schuchardt, D., 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.
18. Kalinowski, C.T., Robaina, L.E., Fernandez-Palacios, H., Schuchardt, D., Izquierdo, M.S. (2005). Effect of different carotenoid sources and their dietary levels on red porgy(*Pagrus pagrus*) growth and skin colour. Aquaculture. 244(1); 223-231.
19. Kim, H.S., Kim, Y., Cho, S.H., Jo, J.Y. (1999). Effects of dietary carotenoids on the nuptial color of the bitterling(*Rhodeus uyekii*). Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 32(3); 276-279.
20. Kop, A., Durmaz, Y. (2008). The effect of synthetic and natural pigments on the colour of the cichlids(Cichlasoma severum sp., Heckel 1840). Aquaculture International, 16(2); 117-122.
21. Lichon, M. J. (1996). Sample preparation. In: Nollet, L. M. L.(Ed.), Handbook of Food Analysis. Volume 1. Marcel Dekker. New York, 1-19.
22. Merrifield, D.L., Bradley, G., Harper, G.M., Baker, R.T.M., Munn, C.B., Davies, S.J. (2011). Assessment of the effects of vegetative and lyophilized *Pediococcus acidilactici* on growth, feed utilization, intestinal colonization and health parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). Aquaculture Nutrition, 17(1); 73-79.
23. Mirzaee, S., Mohammad Beygi, M., Nekoubinand, H., Shabani, A. (2013). Effect of placement carrot (*Daucus carota*) and red pepper(*Capsicum annuum*) in diets on coloration of jewel cichlid(*Hemichromis bimaculatus*). World Journal of Fish and Marine Sciences, 5(4); 445-448.
24. Moghimi, M., Mahboobi Soofiani, N. (2014). Effects of pigments of red beet root extract(*Beta vulgaris* sp.) on the skin coloration of the Royal Oscar fish (*Astronotus ocellatus* spp). The second iranian conference of ichthyology faculty of natural resources. University of Tehran, 219-220.
25. Montesano, D., Fallarino, F., Cossignani, L., Bosi, A., Simonetti, M. S., Puccetti, P., Damiani, P. (2008). Innovative extraction procedure for obtaining high pure lycopene from tomato. European Food Research and Technology. 226; 327–335.
26. Mukherjee, A., Mandal, B., Banerjee, S. (2009). Turmeric as a carotenoid source on pigmentation and growth of fantail guppy, *Poecilia reticulata*. In Proceedings of the Zoological Society, 62(2); 119-123.
27. Olvera-Novoa, M.A., Campos, S.G., Sabido, M.G., Palacios, C.A.M. (1990). The use of alfalfa leaf protein concentrates as a protein source in diets for tilapia(*Oreochromis mossambicus*). Aquaculture. 90(3-4); 291-302.
28. Paripatananont, T., Tangtrongpairoj, J., Sailasuta, A., Chansue, N. (1999). Effect of astaxanthin on the pigmentation of goldfish *Carassius auratus*. Journal of the World Aquaculture Society, 30(4); 454-460.
29. Peterson, D. S., Harris, D. J., Rayner, J. C., Blakeney, A. B., Choct, M. (1999). Methods of the analysis of premium livestock grains. Australian Journal of Aqricultural Reasearch, 50; 775-787.
30. Rao, A. V., Agarwal, S. (1999). Role of lycopene as antioxidant carotenoid in the prevention of chronic diseases: a review. Nutrition Research, 19; 305-323.
31. Schiedt, K., Liaaen- Jensen, S. (1995). Isolation and analysis. In: Britton G et al. (Eds.), Carotenoids, vol. 1A: Isolation and analysis, Birkhäuser verlag, Basel, Boston, Berlin, 81-108.

32. Sharma, S. K., Maguer, M. L. (1996). Kinetics of lycopene degradation in tomato pulp solids under different processing and storage condition. Food Research International, 29; 309–315.
33. Sharma, S. K., Maguer, M. E. (1996). Lycopene in tomato and tomato pulp fraction. Journal of Food Science, 8; 107-113.
34. Simpson, K. L. (1982). Carotenoid pigments in seafood, in chemistry and biochemistry of marine food products, Martin, R. E., Flick, G. J., Hebard, C. E., and Ward, D. R., Eds., AVI Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut, 115 p.
35. Storebakken, T., Austreng, E. (1987). Ration level for salmonids: I. Growth, survival, body composition, and feed conversion in *Atlantic salmon* fry and fingerlings. Aquaculture. 60(3-4); 189-206.
36. Storebakken, T., Foss, P., Schiedt, K., Austreng, E., Liaaen-Jensen, S., Mans, U. (1987). Carotenoids in diets for salmonids. IV. Pigmentation of Atlantic salmon with astaxanthin, astaxanthin dipalmitate and canthaxanthin. Aquaculture, 65; 279-292.
37. Tachibana, K., Yagi, M., Hara, K., Mishima, T., Tsuchimoto, M. (1997). Effects of feeding of β-carotene-supplemented rotifers on survival and lymphocyte proliferation reaction of fish larvae Japanese parrotfish(*Oplegnathus fasciatus*) and Spotted parrotfish(*Oplegnathus punctatus*): preliminary trials. Hydrobiologia, 358; 313–316,
38. Tacon, A.G. (1981). Speculative review of possible carotenoid function in fish. The Progressive Fish-Culturist, 43(4); 205-208.
39. Tanaka, Y., Matsuguchi, H., Katayama, T., Simpson, K.L., Chichester, C.O. (1976). The biosynthesis of astaxanthin—XVI. The carotenoids in crustacea. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry, 54(3); 391-393.
40. Tejera, N., Cejas, J.R., Rodríguez, C., Bjerkeng, B., Jerez, S., Bolaños, A. (2007). Pigmentation, carotenoids, lipid peroxides and lipid composition of skin of red porgy(*Pagrus pagrus*) fed diets supplemented with different astaxanthin sources. Aquaculture, 270(1); 218-230.
41. Torrissen, O.J. (1989). Pigmentation of salmonids: interactions of astaxanthin and canthaxanthin on pigment deposition in rainbow trout. Aquaculture, 79(1-4); 363-374.
42. Wang, Y.J., Chien, Y.H., Pan, C.H. (2006). Effects of dietary supplementation of carotenoids on survival, growth, pigmentation, and antioxidant capacity of characins, *Hyphessobrycon callistus*. Aquaculture, 261(2); 641-648.
43. Winemiller, K. O., Agostinho, A. A., Caramaschi, E. P. (2008). Fish ecology in tropical streams. In Dudgeon, David(Ed.). Tropical stream ecology. San Diego, Academic Press, Pp.107-146.
44. Xu, X., Jin, Z., Wang, H., Chen, X., Wang, C., Yu, S. (2006). Effect of astaxanthin from *Xanthophyllomyces dendrorhous* on the pigmentation of goldfish, *Carassius auratus*. Journal of the World Aquaculture Society, 37(3); 282-288.
45. Yanar, M., Erçen, Z., Hunt, A.Ö., Büyükçapar, H.M. (2008). The use of alfalfa, *Medicago sativa* as a natural carotenoid source in diets of goldfish, Carassius auratus. Aquaculture, 284(1); 196-200.
46. Yanar, Y., Büyükçapar, H., Yanar, M., Göcer, M. (2007). Effect of carotenoids from red pepper and marigold flower on pigmentation, sensory properties and fatty acid composition of rainbow trout. Food Chemistry, 100(1); 326-330.
47. Zar, J.H. (1996). Biostatistical analysis prentice-hall. Eryelwood Cliffs, N.J, 663pp.

.
. .

The Effects of Different Leveles of Tomato Powder on Growth and Survival Rates and Carotenoids Deposition in Skin and Muscle Tissues of Silver Dollar Fish(*Metynnis hypsauchen*)

A. Eslamifar[1], M. Farhangi[2], K. Rezaei[3], B. Majazi Amiri[4], M. Akhavan Bahabadi[1]

1.Masters of Fisheries, Natural Resources Faculty, Tehran University. Iran. **eslamifarahmad@gmail.com**

2.Associate professor Department of Fisheries, Natural Resources Faculty, Tehran University. Iran.

3.Professor Department of Food Science and Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Tehran, Iran.

4.Professor Department of Fisheries, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Iran.

Received:2016. 20. 9 **Accepted: 2017.23. 10**

Abstract

Inroduction & Objective: In this study, investigated effects of carotenoid, equivalent to natural lycopene in different leveles of tomato powder on growth and survival rates as well as carotenoids deposition of silver dollar fish (*Metynnis hypsauchen*).

Material and Methods: Fishes were fed with 5 different diets and were reared in three replicates for each treatment (15 experimental units) in a completely randomized design for 8 weeks. the five experimental diets included a negative control without any pigment material and positive control containing 20 mg/kg of synthetic astaxanthin and three dietary treatments respectively including 15, 20 and 25 mg/kg of total carotenoid, equivalent to natural lycopene. The total length and total weight was measured to investigate the status of fish growth and in order to measure the accumulation of carotenoids in the skin and muscle, was used from spectrophotometry.

Results: The length, weight, gain weight, condition factor and Special growth factor of treatments especially in entire experimental period were lower related to negative and positive control treatments. The amount of carotenoids in the skin and muscle tissues of fish in all treatments was observed higher than the negative control. In experimental treatments with increasing concentration of natural carotenoid in the diets had increased the carotenoid skin and muscle tissues ($p \leq 0.05$).

Counclusion: Low performance between different indexes of growth in experimental treatments, represents presence of limiting factors of growth, the high fiber and low fat Content in tomato powder experimental treatments. Reducing the storage of carotenoids in comparison with the positive control treatment and increasing its storage compared to non-pigmented treatment in experimental treatments indicates inadequate and ineffective metabolism of carotenes in tomato powder in silver dollar fish.

Keywords: Pomegranate juice, TSH، T3,T4, Rat Mouse.

.