# تاثیر رژیم تغذیه‌ای کاروتنوئیدی بر میزان رنگی شدن ماهی سیچلاید طاووسی (*Aulonocara baenschi*)


- **فاهمه بوژمهرانی:** گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- **ولی‌اله جعفری *:** گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- **محمدرضا ایمانپور:** گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان


تاریخ دریافت: خرداد 1395 تاریخ پذیرش: شهریور 1395


## چکیده

**هدف از مطالعه حاضر، تعیین اثرات رژیم غذایی مکمل شده با کاروتنوئید بر میزان رنگی شدن در ماهی زینتی سیچلاید طاووسی (*Aulonocara baenschi*) بود. دو نوع کاراتنوئید (استاگزانتین و بتاکاروتن) به صورت مجزا و مخلوط هر یک در دو سطح 40 و 100 میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم غذا بر جیره تجاری اسپری شد. یک جیره بدون کاروتنوئید به عنوان جیره شاهد در نظر گرفته شد. ماهیان با میانگین وزن 4 تا 6 گرم به مدت 8 هفته روزانه دو نوبت به میزان 2 درصد وزن بدن غذادهی شدند. بعد از تغذیه با غذای مکمل شده با کاروتنوئیدها بین تیمارهای تغذیه‌ای از نظر میزان کاروتنوئید کل، تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p<0/05$). نسبت نهایی بالاتر کاروتنوئید کل در تیمار تغذیه‌ای حاوی 100 میلی‌گرم آستاگزانتین و100 میلی‌گرم بتاکاروتن نشان داد که جیره غذایی با غلظت 100 میلی‌گرم از ترکیب رنگدانه‌های آستاگزانتین و بتاکاروتن بیشترین درصد تجمع رنگدانه در پوست را داشته و این تیمار دارای بیشترین رنگی شدن در بین تیمارها بود. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت رنگدانه‌ها در جیره غذایی میزان کاروتنوئید کل در پوست ماهی و رنگی‌شدن افزایش یافت.**


**کلمات کلیدی:** ماهی سیچلاید طاووسی، رنگی شدن، کاروتنوئید، استاگزانتین، بتاکاروتن

## مقدمه

خانواده سیچلیده، خانواده مهمی از ماهیان زینتی و از ماهیان مورد پسند آکواریوم‌داران است و یکی از گونه‌های معروف این خانواده سیچلاید طاووسی (*Aulonocara baenschi*) می‌باشد. کلمه رنگدانه از واژه لاتین Pigmentum که اشاره به وسایل و مواد نقاشی، آرایشی و تزئینی دارد، مشتق شده و در ضمن تصوری از رنگ را نیز ایجاد می‌کند (Shahidi و همکاران، 1998). کاروتنوئیدها، رنگدانه‌های زیستی محلول در چربی هستند و دارای دامنه رنگی وسیعی از زرد تا قرمز می‌باشند که در بسیاری از بافت‌های گیاهی تولید شده و می‌توانند توسط جانوران ساخته و ذخیره شوند. این مواد در هر دو سلسله گیاهی و جانوری پراکنش وسیعی داشته و در تمامی اعضاء زنده یافت می‌شوند.

کاروتنوئیدها به دو گروه کاروتن‌ها و گزانتوفیل‌ها تقسیم می‌گردند. کاروتن‌ها هیدروکربن‌هایی هستند که در ساختمان آن‌ها تنها هیدروژن و کربن وجود دارد و از آن جمله می‌توان از آلفاکاروتن و بتاکاروتن نام برد. گزانتوفیل‌ها، مشتق اکسیژن‌دار کاروتن‌ها می‌باشند که از مولکول‌های کربن، هیدروژن و اکسیژن تشکیل شده‌اند (During و Harrison، 2004). در دومین گروه، اکسیژن می‌تواند به صورت گروه‌های OH (مثل زگزانتین) یا به عنوان گروه‌های اکسیژنی (مثل کانتاگزانتین) و یا ترکیبی از هر دو (مثل آستاگزانتین) باشد (Ciapara و همکاران، 2006).

کروماتوفورها فوتون‌های موجود در اشعه ماوراءبنفش (180-400 نانومتر) و نور مرئی (600-400 نانومتر) موجود در طیف خورشیدی را بر اساس تعداد باندهای دوگانه متصل به‌هم، به صورت انتخابی جذب می‌نمایند. بر اساس همین امر طیف جذبی یک ترکیب با تعداد کم باند دوگانه متصل به‌هم محدود به ناحیه ماوراءبنفش می‌شود و این در حالی است که طول موج جذبی کاروتنوئیدهایی با پنج پیوند دوگانه متصل به‌هم، به منطقه نور مرئی طیف خورشیدی منتقل می‌شود. طیف جذبی کاروتنوئیدها با یکدیگر تفاوت دارد و وابسته به محیطی می‌باشد



* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: roghi_safari@yahoo.com

که کاروتنوئیدها یافت می‌شوند. نمونه بارز این مورد، حلال‌های آلی موجود می‌باشد.
یکی از مهم‌ترین ملاک کیفیت ارزش بازاری ماهیان زینتی، رنگ آن‌ها می‌باشد (Wang و همکاران، 2006). رنگ‌ها به‌واسطه ذخیره کاروتنوئیدهایی مثل آستازانتین و کانتارانتین ایجاد می‌شوند. رنگدانه‌ها باید به جیره اضافه شوند، چون ماهیان مانند سایر حیوانات قادر به سنتز رنگدانه نیستند. با این وجود کاروتنوئیدها به طور ضعیفی به وسیله ماهی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Bjerkeng و Berg، 2000). یکی از دلایل این امر، جذب ضعیف کاروتنوئیدها در روده می‌باشد. وضعیت جیره غذایی و دمای آب بر قابلیت هضم کاروتنوئیدها اثر می‌گذارند (Torrissen و Naevdal، 1984). ممکن است میزان جیره بر قابلیت هضم اثر بگذارد. همچنین اعتقاد بر این است که جذب در روده با مکانیسم انتشار غیرفعال صورت می‌گیرد که شامل چندین مرحله شکستن ترکیبات پیچیده غذا، قابلیت انحلال کاروتنوئیدها درون نمک‌های صفراوی، حرکت از میان لایه آبی غیرقابل حل در مجاور میکروویلی، جذب به وسیله انتروسیت و همچنین شیلومیکرون‌ها می‌باشد (Furr و Clark، 1997).
توانایی جذب کاروتنوئیدها در بافت‌های خاص به توانایی ذخیره شدن آن‌ها در آن بافت‌ها (پوست، ماهیچه، اسکلت خارجی و غده هضم) وابسته است و این توانایی بستگی به عواملی مانند در دسترس بودن کاروتنوئیدها در اجزای جیره غذایی و قابلیت هضم آن‌ها، غلظت آن‌ها در جیره، مدت زمان تهیه و تمایل موجود به تغییر شکل یا ته‌نشین کردن رنگدانه‌ها در بافت‌ها بستگی دارد (Choubert و همکاران، 2001).
با توجه به مطالب ذکر شده و اهمیت رنگ در بازارپسندی ماهیان زینتی، پژوهش در رابطه با لزوم استفاده از کاروتنوئیدها، که منبع اصلی تامین رنگ بدن آبزیان بوده و اعمال مهم زیستی (بیولوژیک) را بر عهده دارند، در جیره غذایی آبزیان امری ضروری به نظر می‌رسد.

## مواد و روش‌ها

بیست و هفت آکواریوم‌های 80 لیتری به منظور پرورش ماهیان در آزمایشگاه آبزی‌پروری شهید ناصر فضلی برآبادی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مورد استفاده قرار گرفتند. آب‌گیری آکواریوم‌ها به میزان 60 لیتر و تعویض آب روزانه آن‌ها به میزان1/3 انجام گرفت.
**تهیه جیره‌های آزمایشی**: در این تحقیق مطابق جدول1 اثر 9 جیره آزمایشی (تیمار شاهد و 8 تیمار تغذیه‌ای با جیره حاوی رنگدانه) بر ماهی سیچلاید طاووسی از نظر اثر بر میزان رنگی شدن ماهیان مورد آزمایش قرار گرفت.

**جدول 1: تیمارهای تغذیه‌ای حاوی رنگدانه آستازانتین و بتاکاروتن**

| تیمارهای آزمایشی | میزان رنگدانه آستازانتین (میلی‌گرم درکیلوگرم جیره) | میزان رنگدانه بتاکاروتن (میلی‌گرم درکیلوگرم جیره) |
|---|---|---|
| 1 (شاهد) | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 40 |
| 3 | 0 | 100 |
| 4 | 40 | 0 |
| 5 | 40 | 40 |
| 6 | 40 | 100 |
| 7 | 100 | 0 |
| 8 | 100 | 40 |
| 9 | 100 | 100 |

از غذاهای کنسانتره تجاری (بیومار ساخت شرکت فرانسه) با اندازه 1/5میلی‌متر به عنوان جیره پایه برای گروه شاهد استفاده شد. آنالیز جیره غذایی به صورت: 47 درصد پروتئین، 8/5 درصد چربی، 10/5 درصد خاکستر و 6 درصد رطوبت بود. سپس برای تهیه هشت نوع جیره غذایی، آستاگزانتین و بتاکاروتن و مخلوطی از آستاگزانتین و بتاکاروتن در غلظت‌های 40 و 100 میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم در هر کیلوگرم به جیره پایه اضافه شد. از کلروفیل پینک 8 درصد به‌عنوان منبع آستاگزانتین مصرفی و رویمیکس بتاکاروتن 10 درصد به‌عنوان منبع بتاکاروتن مصرفی، محصولات سنتزی کشور سوئیس برای افزودن به جیره پایه استفاده گردید. برای اضافه کردن رنگدانه‌های کاروتنوئیدی (آستاگزانتین و بتاکاروتن و مخلوط آستاگزانتین و بتاکاروتن) به غذای پایه، در ابتدا مقدار رنگدانه‌های مصرفی برای هر تیمار و همچنین وزن غذای هر تیمار محاسبه گردید و سپس رنگدانه‌های مربوط به هر تیمار غذایی، در آب مقطر گرم حل شد. محلول‌های آماده شده به جیره‌ها اسپری شدند.
تعداد 300 قطعه ماهی سیچلاید طاووسی با میانگین وزنی 4-6 گرم از مراکز فروش ماهیان زینتی شهر گرگان خریداری شده و به آزمایشگاه انتقال یافت. ماهیان به مدت 2 هفته با جیره پایه تغذیه شدند. پس از سازگاری کامل ماهیان با جیره غذایی و شرایط جدید، تعداد 270 قطعه ماهی سیچلاید طاووسی در 27 آکواریوم به تعداد 10 قطعه ماهی در هر آکواریوم و به‌طور کاملا تصادفی توزیع شدند. در ادامه ماهیان زیست سنجی شدن و غذای آزمایشی جایگزین غذای تجاری شد. سپس به‌مدت 8 هفته، ماهیان با جیره‌های آزمایشی مورد تغذیه قرار گرفتند.
برای آگاهی از عملکرد جیره‌های غذایی و چگونگی رشد ماهیان، در ابتدا و انتهای دوره و همچنین در طول دوره هر 2

هفته یک‌بار، ماهیان زیست‌سنجی شدند. براساس نتایج حاصل از زیست سنجی ماهیان، غذای روزانه هر آکواریوم محاسبه شد و پس از توزین برای هر یک از تکرارها بسته‌بندی شده و به ماهیان 2 بار در روز (ساعت 8 صبح و 3 بعد از ظهر) معادل 2 درصد وزن بدن غذا داده شد. میانگین دما، اکسیژن و pH به ترتیب 2±28 درجه سانتی‌گراد، 6/1±0/5 میلی‌گرم در لیتر و 8/0±13/02 بود.

شاخص‌های رنگی سنجی:

1-روش توصیفی: مشاهده رنگ‌پذیری ماهی

2-روش کمی: برای محاسبه میزان رنگدانه موجود در بافت از روش اسپکتروفتومتری استفاده شد.

آنالیز کاروتنوئید پوست ماهی، طبق روش Torrissen و Naevdal (1984) انجام شد. برای آنالیز کاروتنوئید هر دو هفته یک‌بار از هر آکواریوم 1 ماهی (3 ماهی از هر تیمار)، به‌طور تصادفی انتخاب شدند. نمونه پوست ماهیان، از هر دو طرف بدن، بین ناحیه شکمی و پشتی برداشته شد. 50 میلی‌گرم نمونه پوست درون لوله فالکون 10 میلی‌لیتری قرار گرفت و سپس 10 میلی‌لیتر استون و 1/5 گرم سولفات سدیم بدون آب به نمونه اضافه شد. سپس به وسیله همزن هموژن شدند.

نمونه‌ها به مدت 3 روز در دمای 4 درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری شدند. عملیات خالص‌سازی نمونه‌ها با استون با غلظت 10 میلی‌لیتر 3 بار انجام شد. محلول در طی خالص سازی به مدت 5 دقیقه با دور 5000 دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و سپس میزان جذب رنگدانه‌ها در طول موج 450 نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری و برای محاسبه میزان کل کاروتنوئید از فرمول زیر استفاده شد (Torrissen و Naevdal، 1984):

رابطه(1) کاروتنوئید کل (میلی گرم/میکروگرم) برابر است با:

وزن نمونه‌خشک (میلی‌گرم)/(حجم نمونه (میلی‌لیتر)× 1000×جرم مولکولی× (ε)/عدد جذب)

ε =12400

596/84 = جرم مولکولی آستاگزانتین و بتاکاروتن

**تجزیه و تحلیل آماري داده‌ها:** برای تجزیه آماری از روش آنالیز واریانس دوطرفه (ANOVA) استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها با کمک آزمون چند دامنه دانکن و در سطح 5 درصد انجام شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نسخه 16 نرم‌افزار آماری SPSS اجرا شد.

## نتایج

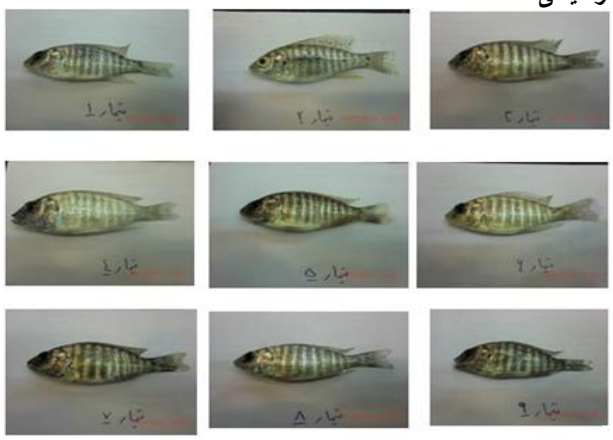
تمام جیره‌های آزمایشی به خوبی مورد تغذیه ماهیان قرار گرفتند و در هر وعده غذایی تقریبا تمامی جیره داده شده به ماهیان مصرف شد و ضایعات غذایی اندک بود. شاخص‌های رنگی شدن ماهیان سیچلاید طاووسی تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی به‌صورت زیر بود.

**شاخص‌های رنگی‌شدن**

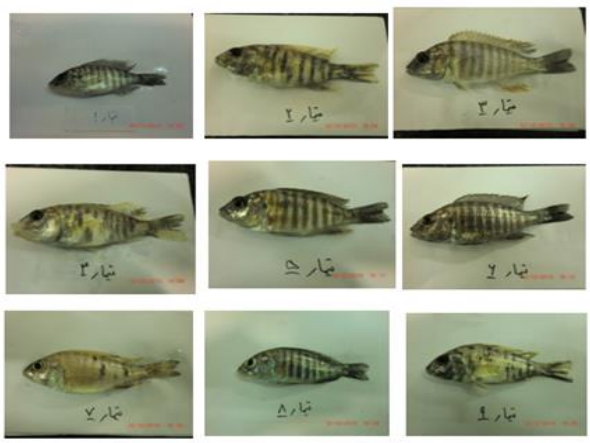
**روش توصیفی رنگی شدن:** رنگ پذیری توصیفی ماهیان تحت آزمایش در اشکال 1 تا 4 ارائه شده است.

بر اساس تصاویر مشاهده شده، بعد از گذشت هشت هفته تغییر رنگ بارزی در ماهیان تغذیه شده با جیره های آزمایشی نسبت به گروه شاهد مشاهده شد و تیمار 9 (جیره حاوی ترکیب 100 میلی گرم آستاگزانتین و 100 میلی‌گرم بتاکاروتن) دارای بیشترین میزان تغییر رنگ بود.

**شکل 1: نمونه‌برداری دو هفته بعد از شروع تغذیه با جیره‌های آزمایشی**



**شکل 2: نمونه‌برداری چهار هفته بعد از شروع تغذیه با جیره‌های آزمایشی**



**شکل 3: نمونه‌برداری شش هفته بعد از شروع تغذیه با جیره‌های آزمایشی**

**شکل 4: نمونه‌برداری هشت هفته بعد از شروع تغذیه با جیره‌های آزمایشی**

**روش کمی:** مقادیر کاروتنوئید کل اندازه‌گیری شده در پوست ماهیان سیچلاید طاووسی پس از 2، 4، 6 و 8 هفته تغذیه با جیره‌های آزمایشی در جدول های 2، 3، 4 و 5 گزارش شده است.

**جدول 2: میزان کاروتنوئیدکل در پوست ماهیان سیچلاید طاووسی تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی بعد از گذشت 2 هفته (بر حسب میکروگرم کاروتنوئید در میلی‌گرم جیره)**

| متغیر | | آستاگزانتین | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 40 | 100 |
| کاروتنوئیدکل | بتاکاروتن | 0/010±0/001$^{g}$ | 0/021±0/001$^{e}$ | 0/027±0/002$^{c}$ |
| | 40 | 0/013±0/001$^{f}$ | 0/023±0/000$^{d}$ | 0/032±0/001$^{b}$ |
| | 100 | 0/019±0/000$^{e}$ | 0/025±0/001$^{cd}$ | 0/040±0/001$^{a}$ |

مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف انگلیسی متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار ($p<0/05$) می‌باشد.

**جدول 3: میزان کاروتنوئیدکل در پوست ماهیان سیچلاید طاووسی تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی بعد از گذشت 4 هفته (بر حسب میکروگرم کاروتنوئید در میلی‌گرم جیره)**

| متغیر | | آستاگزانتین | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 40 | 100 |
| کاروتنوئید کل | بتاکاروتن | 0/0±009/003$^{f}$ | 0/029±0/002$^{d}$ | 0/053±0/003$^{b}$ |
| | 40 | 0/0±019/002e | 0/034±0/002$^{d}$ | 0/057±0/001$^{b}$ |
| | 100 | 0/028±0/002$^{d}$ | 0/043±0/005$^{c}$ | 0/073±0/006$^{a}$ |

مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف انگلیسی متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار ($p<0/05$) می‌باشد.

**جدول 4: میزان کاروتنوئید کل در پوست ماهیان سیچلاید طاووسی تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی بعد از گذشت 6 هفته (بر حسب میکروگرم کاروتنوئید در میلی‌گرم جیره)**

| متغیر | | آستاگزانتین | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 40 | 100 |
| کاروتنوئید کل | بتاکاروتن | 0/0±010/004$^{h}$ | 0/044±0/002$^{ef}$ | 0/055±0/002$^{bc}$ |
| | 40 | 0/038±0/001$^{g}$ | 0/047±0/000$^{de}$ | 0/060±0/001$^{b}$ |
| | 100 | 0/041±0/001$^{fg}$ | 0/052±0/002$^{cd}$ | 0/073±0/006$^{a}$ |

مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف انگلیسی متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار ($p<0/05$) می‌باشد.

**جدول 5: میزان کاروتنوئید کل در پوست ماهیان سیچلاید طاووسی تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی بعد از گذشت 8 هفته (بر حسب میکروگرم کاروتنوئید در میلی‌گرم جیره)**

| متغیر | | آستاگزانتین | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 40 | 100 |
| [illegible] | 0 | 0/0±011/003$^{g}$ | 0/049±0/003$^{e}$ | 0/070±0/001$^{c}$ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 40 | 0/041±0/001[f] | 0/056±0/003[d] | 0/084±0/006[b] |
| کاروتنوئید کل | 100 | 0/049±0/001[e] | 0/061±0/002[d] | 0/097±0/004[a] |

مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف انگلیسی متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار (p<0/05) می‌باشد.

پس از 8 هفته تغذیه با جیره‌های آزمایشی، میزان کاروتنوئید کل پوست ماهیان تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی رنگدانه‌های آستاگزانتین و بتاکاروتن بود. غلظت رنگدانه‌های آستاگزانتین و بتاکاروتن در جیره غذایی اثر معنی‌داری بر محتوای کاروتنوئید کل موجود در پوست ماهی داشت (p<0/05) به‌طوری که میزان کاروتنوئید کل در پوست با افزایش میزان این رنگدانه‌ها در جیره غذایی افزایش یافت. بیشترین میزان کاروتنوئید کل مربوط به تیمار 9 (جیره حاوی بتاکاروتن و آستاگزانتین 100 میلی‌گرم در کیلوگرم) و کم‌ترین میزان آن مربوط به تیمار 1 (شاهد) بود.

## بحث

رنگ‌ها نقش مهمی در زندگی همه موجودات دارند. در حال حاضر در پرورش انواع موجودات آبزی از انواع رنگدانه‌ها استفاده می‌شود. رنگ ماهیان زینتی به‌عنوان عامل کیفی مهمی برای جلب توجه مصرف‌کنندگان بوده و بازارپسندی این ماهیان غالبا بر اساس رنگ جذاب بدن آن‌ها می‌باشد (Wang و همکاران، 2006). کاروتنوئیدها گروهی از رنگدانه‌ها هستند که یکی از منابع اصلی تامین رنگ بدن آبزیان به‌شمار می‌روند به علاوه ماهیان مانند سایر حیوانات قادر به ساخت آن‌ها نمی‌باشند (Wouters و همکاران، 2001). تنها گیاهان و پروتیست‌ها (باکتری، جلبک و قارچ) می‌توانند کاروتنوئیدها را بسازند. بنابراین در شرایط پرورشی به‌صورت مکمل غذایی مورد استفاده قرار گیرند (Meyers، 1997). در برخی از مطالعات، کاروتنوئیدها به‌صورت مکمل به رژیم غذایی اضافه می‌شوند تا موجب رنگ‌آمیزی عضله و پوست ماهی شوند در برخی مطالعات دیگر اثر کاروتنوئیدها بر رشد، بقا، تولیدمثل وسیستم ایمنی مورد بررسی قرار گرفته است (Christiansen و Torrissen، 1994).

مطالعه حاضر بر عملکرد کاروتنوئیدهای سنتزی آستاگزانتین و بتاکاروتن در جیره غذایی بر میزان رنگی شدن سیچلاید طاووسی متمرکز شده است. کاروتنوئیدها، منبع اولیه رنگی‌شدن ماهیان زینتی می‌باشند. در این تحقیق تاثیر کاروتنوئیدهای سنتزی آستاگزانتین و بتاکاروتن در طول 8 هفته دوره پرورش، روی رنگ پوست ماهی سیچلاید طاووسی مورد بررسی قرار گرفت.

مطابق نتایج حاصل از این تحقیق، با افزایش غلظت رنگدانه‌ها در جیره غذایی، میزان کاروتنوئید کل در پوست افزایش می‌یابد. این یافته با نتایج حاصل از تحقیق Wang و همکاران (2006) مطابقت دارد. آن‌ها تاثیر کاروتنوئیدهای مختلف شامل آستاگزانتین، بتاکاروتن و ترکیبی از این دو را به نسبت 1 به 1 در جیره بر رنگی شدن ماهی تترای جواهر (*Hyphessobrycon callistus*) مورد بررسی قرار دادند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که رنگ و محتوای کاروتنوئید بدن با افزایش غلظت کاروتنوئیدها در رژیم غذایی افزایش یافت.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ماهیان سیچلاید طاووسی از خانواده سیچلیده به اثرات رنگ‌پذیری حاصل از کاروتنوئیدهای سنتزی آستاگزانتین و بتاکاروتن پاسخ می‌دهند. تفاوت‌های ناشی از میزان شدت رنگ ایجاد شده توسط این دو کاروتنوئید را می‌توان ناشی از کیفیت، مقدار و دوره جذب این مواد دانست. آستاگزانتین به‌طور موثری بر رنگ پوست ماهی سیم قرمز و سرخو ایتالیایی موثر واقع شده است (Both و همکاران، 2004). بنابراین مطالعه حاضر بیانگر این مطلب است که استفاده از کاروتنوئیدها در جیره ماهی سیچلاید طاووسی، اثر منفی بر فاکتورهای رشد ندارد و می‌توان کاروتنوئیدهای سنتزی آستاگزانتین و بتاکاروتن را به‌عنوان منابع رنگدانه‌ای در جیره غذایی ماهی سیچلاید طاووسی استفاده کرد.

تاثیر استفاده از رنگدانه‌های موجود در مواد گیاهی مانند فلفل دلمه قرمز، گوجه و هویج که دارای بتاکاروتن طبیعی هستند و رنگدانه مصنوعی آستاگزانتین روی ماهی اسکار سفید نشان داد که ماهیان تغذیه شده با غذای حاوی رنگدانه شیمیایی آستاگزانتین درصد بیشتری از تجمع رنگدانه در بافت را نشان دادند ولی، ماهیان تغذیه شده با رنگدانه طبیعی میزان تجمع رنگدانه در بافت کمتر دیده شد (Ghiasvand و Shahpoori، 2006).

Yanar و همکاران (2008) در مطالعه‌ای تاثیر استفاده از پودر یونجه را به‌عنوان منبع کاروتنوئید طبیعی در جیره غذایی به مدت 60 روز بر رشد، بقا و درجه رنگی‌شدن ماهی طلایی (*Carassius auratus*) مورد بررسی قرار دادند. ماهیان با شش سطح پودر یونجه (0، 5، 10، 15، 25 و 40 درصد) تغذیه شدند نتایج این تحقیق نشان داد که درجه رنگی‌شدن در پوست ماهی طلایی به‌طور معنی‌داری با افزایش سطح پودر یونجه تا 25 درصد افزایش یافت. اضافه نمودن 25 درصد یا بیشتر از پودر یونجه در جیره غذایی روی رشد ماهی در مقایسه با گروه کنترل تاثیرگذار بود.

در مطالعه دیگری اثر منابع مختلف آستاگزانتین و میزان آن در جیره بر رنگ پوست و ترکیبات چربی ماهی شانک معمولی (*Pagrus pagrus*) مورد بررسی قرار گرفت. رژیم غذایی، حاوی دو نوع مختلف آستاگزانتین استری شده و غیر-استری با غلظت‌های 25 و 50 میلی‌گرم در هر کیلوگرم جیره بود. مشاهده شد که رنگدانه آستاگزانتین، کاروتنوئید عمده پوست ماهی بود ولی تاثیری روی ترکیبات چربی یافت نشد و بهترین نتایج از نظر ایجاد رنگ طبیعی قرمز پوست، محتوای آستاگزانتین و کاروتنوئید کل از طریق استفاده از نوع استری شده ایجاد شده بود (Tejera و همکاران، 2007).

در پژوهشی اثر کاروتنوئید سنتزی آستاگزانتین با غلظت 80 میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم غذا و دو نوع مختلف از فلفل قرمز با غلظت‌های 80 و 120 میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم غذا به مدت 6 هفته بر رنگ فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد استفاده از فلفل قرمز با دوز 120 میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم غذا دارای بهترین اثر بر رنگ فیله ماهی است. همچنین بین فراسنجه های رنگ و غلظت کاروتنوئید در ماهیچه

ارتباط خطی وجود داشت (Ingel de la mora و همکاران، 2006).

نتایج بررسی اثر چهار نوع جیره غذایی (توبیفکس زنده، توبیفکس خشک، دافنی خشک و غذای گرانوله) بر رشد و رنگی شدن ماهی گوپی (*Poecilia reticulate*) نشان داد این ماهی تمایل بیشتری به استفاده از ارگانیسم های زنده داشته و توبیفکس زنده غذای بهتری برای ماهی گوپی در افزایش رشد و رنگی شدن بود (Meandal و همکاران، 2010).

با توجه به مطالب ذکر شده و اهمیت رنگ در بازارپسندی ماهیان زینتی، تحقیق در رابطه با لزوم استفاده از کاروتنوئیدها، که منبع اصلی تامین رنگ بدن آبزیان بوده و اعمال مهم بیولوژیک را بر عهده دارند، در جیره غذایی آبزیان امری ضروری به نظر می‌رسد.

## تشکر و قدردانی

از مسئولین، دانشجویان و کارکنان محترم دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان که در فراهم کردن امکانات این تحقیق نهایت همکاري را مبذول داشتند، تشکر و قدرداني مي‌شود.

## منابع

1. **Bjerkeng, B. and Berg G.M., 2000.** Apparent digestibility coefficients and accumulation of astaxanthin E/Z isomers in Atlantic salmon (*Salmo Salar*). Comparative Biochemistry and Physiology.Vol. 127, pp: 423-432.
2. **Both, M.; Warner-Smith, R.; Allan, G. and Glencross, B., 2004.** Effects of dietary astaxanthin source and light manipulation on the skin color of Australian snapper (*Pagrus auratus*). Aquaculture Research. Vol. 35, pp: 458-464.
3. **Choubert, G., 2001.** Carotenoids and pigmentation. Nutrition and feeding of fish and crustaceans, In: Guillaume J., Kaushik S., Bergot P., Metaille R. (Eds), Chichester, UK, Praxis Publishing Ltd, pp: 183-196.
4. **Christiansen, R.; Lie, O. and Torrissen, O.J., 1994.** Effect of astaxanthin and vitamin A on growth and survival during first feeding of Atlantic salmon, *Salmo salar*. Aquaculture and Fisheries Management.Vol. 25, pp: 903-914.
5. **Ciapara, I.H.; Valenzuela, L.F. and Goycoolea, F.M., 2006.** Astaxanthin: A review of chemistry and application. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. Vol. 46, pp: 185-196.
6. **During, A. and Harrison, E.H., 2004**. Intestinal absorption and metabolism of carotenoids: insights from cell culture. Archives Biochemistry and Biophysics. Vol. 430, pp: 77-88.
7. **Furr, H.C. and Clark, R.M., 1997.** Intestinal absorption and tissue distribution of carotenoids. Journal of Nutrition Biochemistry. Vol. 8, pp: 364-377.
8. **Ghiasvand, Z. and Shahpoori, M., 2006.** Effect of natural and synthetic carotenoids and compare their effects on *Astronotus ocellatus*. Journal of Marine Biological. Vol. 1, pp: 78-85.
9. **Ingle de la mora, G.; Arredondo-Figueroa, J.L.; Ponce-Palafox, J.T.; Barriga-Soca, I. and Vernon-Carter, J.E., 2006.** Comparision of red chilli oleoresin and astaxanthin on rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) fillet pigmentation. Aquaculture. Vol. 258, pp: 487-495.
10. **Mandal, B.; Mukherjee, A. and Banerjee, S., 2010**. Growth and pigmentation development efficiencies in fantail guppy, *Poecilia reticulate* fed with commercially available feeds. Agriculture and Biology Journal of North America. Vol. 6, pp: 1264-1267.
11. **Meyers, S.P., 1997.** Using crustacean meals and carotenoid fortified diets. Feedstuffs. Vol. 38, pp: 26-27.
12. **Shahidi, F. and Metusalach-Brown, J.A., 1998.** Carotenoid pigments in sea foods and aquaculture. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. Vol. 38, pp: 1-67.
13. **Tejera, N.; Cejaa, J.; Rudriguze, C.; Bjerkeng, B.; Jerez, S.; Bolanos, A. and Lorenz, A., 2007.** Pigmentation, carotenoids, lipid peroxids snd lipid composition of skin of red porgy (*Pagrus pagrus*) fed diets supplemented with different astaxanthin sources. Aquaculture. Vol. 270, pp: 218-230.
14. **Torrissen, O.J. and Naevdal, G., 1984.** Pigmentation of salmonids-genetical variation in carotenoid deposition in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. Vol. 38, pp: 59-66.
15. **Wang, Y.J.; Chien, Y.H. and Pan, C.H., 2006**. Effects of dietary supplementation of carotenoids on survival, growth, pigmentation and antioxidant capacity of characins, *Hyphessobrycon callistus*. Aquaculture. Vol. 261, pp: 641-648.

16. **Wouters, R.; Lavens, P.; Nieto, J. and Sorgeloos, P., 2001**. Penaid shrimp broodstock nutrition: an updated review on research and development. Aquaculture. Vol. 202, pp: 1-21.

17. **Yanar, M.; Ercen, Z.; Hunt, A. and Murat, H., 2008**. The use of alfalfa, Medicago sativa as a natural carotenoid source in diet of goldfish, *Carassius auratus*. Aquaculture. Vol. 284, pp: 196-200.