مقاله علمی – ترویجی

مروری بر کاربرد کاروتنوئیدها در صنعت پرورش ماهیان زینتی

محمد حسین خانجانی*[۱]، مسلم شریفی نیا[۲]

*m.h.khanjani@ujiroft.ac.ir

۱- گروه علوم و مهندسی شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، کرمان، ایران
۲- پژوهشکده میگوی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۴۰۰

چکیده

در سنوات اخیر آبزی‌پروری به عنوان یک صنعت در حال رشد با تجارت چند ده میلیون دلاری به خوبی ظهور پیدا کرده است. که شامل پرورش انواع گونه‌های ماهیان آب شیرین، دریایی، نرم‌تنان و ماهیان زینتی می‌باشد. برخورداری از تنوع رنگی، جلای رنگی و تمایز رنگدانه‌ها از جمله خصوصیات اصلی کیفیت ماهیان زینتی برای بازارپسندی است. کاروتنوئیدها مسئول رنگ‌پذیری بافت بدن در ماهیان خوراکی و رنگ پوست در ماهی‌های زینتی هستند. ماهی‌ها قادر به سنتز کاروتنوئیدها نیستند و برای تامین کاروتنوئیدهای مورد نیاز خود به جیره غذایی متکی بوده تا رنگدانه‌های خود را بدست آورند. خوراک‌های فرموله شده و مصنوعی یکی از ارکان اصلی پرورش تجاری ماهیان زینتی می‌باشند. منابع کاروتنوئیدی طبیعی که به طور گسترده برای تقویت رنگدانه ماهیان زینتی استفاده می‌شود، شامل بافت‌های غیرفتوسنتزی گیاهان عالی، ریزجلبک‌ها، جلبک‌های دریایی، فرآوردهای جانبی سخت‌پوستان (پوسته، کاراپاس) و مخمر قرمز هستند. پرورش‌دهندگان ماهیان زینتی استفاده از منابع طبیعی کاروتنوئید را نسبت به منابع مصنوعی بیشتر ترجیح می دهند و برای آن‌ها میزان سود بدست آمده از رنگ پوست پس از پایان تغذیه ماهی حائز اهمیت است. در این مطالعه مروری سعی شده که اهمیت کاروتنوئیدها در آبزی پروری ماهیان زینتی مورد بررسی قرار گیرد.

کلمات کلیدی: رنگدانه، تغذیه، ماهیان زینتی

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-08-20]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1400.8.4.4.4]

مقدمه

نگهداری ماهیان زینتی در محل کار و خانه یک سرگرمی جذاب و تسکین‌دهنده استرس است که در سراسر جهان مورد توجه می‌باشد. توجه به تولید ماهی زینتی به طور پیوسته در صنعت پرورش آبزیان افزایش یافته است. رنگ‌های جذاب، چشم‌نواز و ظاهر زیبای این ماهیان، معیارهای حیاتی در تعیین اشتیاق خریدار و تقاضای بازار می باشد. بنابراین، برای پرورش‌دهندگان دستیابی به تولید ماهیان زیباتر حائز اهمیت است. امروزه بهبود شرایط تغذیه‌ای و استفاده از رنگدانه‌های مختلف طبیعی و مصنوعی در تغذیه ماهی برای تولید ماهیان زینتی توسعه یافته است. رنگ‌آمیزی ماهیان زینتی به کروماتوفورها وابسته است، ملانوفورها، گزانتوفورها، اریتروفورها، ایریدوفورها، لکوفورها و سیانوفورها که حاوی رنگدانه‌های مختلف هستند (Das, 2016). برای رنگ‌آمیزی بافت در همه مهره‌داران سه رنگدانه اصلی ملانین‌ها، پترین‌ها و کاروتنوئیدها مسئول هستند (Vinkler and Albrecht, 2010). پرکاربردترین منبع اولیه برای بهبود رنگ پوست ماهیان زینتی کاروتنوئیدها هستند. گیاهان، فیتوپلانکتون‌ها، زئوپلانکتون‌ها و سخت‌پوستان می‌توانند کاروتنوئیدها را سنتز کنند درحالی‌که سایر موجودات زنده کاروتنوئیدها را بیوسنتز نمی‌کنند. بنابراین، باید آنها را مستقیماً از طریق جیره غذایی یا تبدیل پیش‌سازهای کاروتنوئید به کمک واکنش‌های متابولیک به‌دست آورند (Maoka, 2020). رنگدانه‌های کاروتنوئیدی می‌توانند مستقیماً در داخل سلول‌های کروماتوفور ماهی، ذخیره شده یا با متابولیسم سلولی تبدیل شوند و در طیف رنگی به پوست و سایر بافت‌های ماهی منتقل شوند (Chapman and Miles, 2018). کاروتنوئیدها حاوی مواد مغذی ضروری هستند که نقش حیاتی در رشد، تولیدمثل و مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا ایفاء می‌کنند (Sathyaruban *et al*., 2021). رنگدانه‌های کاروتنوئیدی موجود در جیره غذایی و اثرات فیزیولوژیک آنها از ماهی زینتی والد به فرزندان منتقل می‌شود. تجمع بیشتر رنگدانه در زرده منجر به بهبود رشد، بقاء و عملکرد ایمنی لارو ماهی زینتی می‌شود و استرس اکسیداتیو لاروها را نیز کاهش می‌دهد (Sefc *et al*., 2014). مطالعات نشان داده است که تغییر رنگ پوست در طول زمان به سطح کاروتنوئید در جیره غذایی بستگی دارد و در بین گونه‌های ماهیان زینتی متفاوت می‌باشد (Ho *et al*., 2014). بنابراین، برای بهبود رنگ پوست و گوشت در محیط مصنوعی ماهی‌ها باید سطح بهینه‌ای از کاروتنوئیدها را در جیره غذایی خود دریافت کنند. بهبود رنگ پوست ارزش بازارپسندی ماهیان زینتی را افزایش می‌دهد.

هدف از مطالعه حاضر، بررسی مطالعات اخیر بر منابع مختلف کاروتنوئید مورد استفاده در جیره غذایی ماهیان زینتی می‌باشد. مطابق با تحقیقات انجام شده بخش‌هایی از گیاهان عالی، میکروجلبک‌ها، جلبک‌های دریایی، ضایعات سخت‌پوستان و مخمر به عنوان منابع اصلی کاروتنوئید برای رنگ‌آمیزی ماهیان زینتی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

کاروتنوئیدها

کاروتنوئیدها از دسته رنگدانه های مهم در حیوانات هستند. مهره داران توانایی ساخت کاروتنوئیدها را در داخل بدن ندارند، اما کاروتنوئیدهای موجود در جیره غذایی مسئول ایجاد رنگ قرمز، نارنجی و زرد در بسیاری از گونه ها از جمله ماهیان استخوانی هستند (Sathyaruban *et al*., 2021). کاروتنوئیدها با رنگ های متنوع در ماهیان زینتی یافت می شوند که عبارتند از: توناکسانتئین[1] (زرد)، لوتئین[2] (زرد مایل سبز)، بتا کاروتن[3] (نارنجی)، دورادگزانتین[4] (زرد)، زآگزانتین[5] (نارنجی زرد)، کنتاگزانتین (قرمز نارنجی)، آستاگزانتین (قرمز)، ایچیننون[6] (قرمز) و تاراگزانتین (زرد) (Das and Biswas, 2016). در ماهی طلایی[7] اپتیمم سطح استاگزانتین برای افزایش رنگ پذیری ۳۶ تا ۳۷ میلی گرم بر کیلوگرم در جیره غذایی گزارش شده است. در ماهیان دم شمشیری[8]، rainbow fish (*Pseudomugil furcatus*) و topaz cichlids (*Cichlasoma myrnae*) رنگ پذیری بطور قابل توجهی در جیره های ۱/۵ تا ۲ درصد کاروتنوئید *Spirulina platensisi* و ۱ درصد

[1] Tunaxanthein
[2] Lutein
[3] Beta carotene
[4] Doradexanthins
[5] Zeaxanthin
[6] Eichinenone
[7] *Carassius auratus*
[8] *Xiphophorus helleri*

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1400.8.4.4.4]

Haematococcus pluvialis برای سه هفته بهبود نشان داد (Chatzifotis *et al*., 2005).

کاروتنوئیدها به دو صورت طبیعی و مصنوعی در آبزی پروری استفاده می شوند، کاروتنوئیدهای مشتق شده از منابع طبیعی شامل مخلوطی از چندین کاروتنوئید شبیه آلفا کاروتن، بتا کاروتن، زی زانتین، لوتئین، کریپتوگزانتین و... می باشند در حالی که کاروتنوئیدهای مصنوعی فقط شبیه به بتاکاروتن هستند. کاروتنوئیدهای طبیعی به دو گروه حیوانی و گیاهی تقسیم بندی می شوند، میزان کاروتنوئیدهای طبیعی در منابع مختلف در جدول ۱ ارائه شده است. مطالعات قابل توجهی بر روی رنگدانه بسیاری از گونه های تجاری با استفاده از کاروتنوئیدها انجام شده است. میکروجلبک *Chlorella vulgaris*به اندازه همتای مصنوعی خود در رنگدانه سازی ماهیان زینتی از قبیل ماهی طلایی موثر می باشد. افزایش رنگدانه در ماهی دم شمشیری هنگام تغذیه با جیره غذایی حاوی *Calendula officinalis* مشاهده شده است و به این نتیجه رسیده شده که لوتئین موجود در آن می تواند به عنوان منبع زنگدانه استفاده شود.

جدول ۱: میزان کاروتنوئید در منابع طبیعی مختلف (Gupta *et al*., 2007)

منبع گیاهی	میزان کاروتنوئید (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	منبع حیوانی	میزان کاروتنوئید (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
کلرلا	۴۰۰۰	پودر پوسته و کارپاس خرچنگ	۷۵ -۱۳۰۰
مخمر *Phaffia rhodomyza*	۱۰۰۰	پودر پوسته و کارپاس میگو	۱۰۰ -۱۳۰
علف دریایی	۳۹۰-۹۰۰	روغن میگو	۲۵-۱۲۵
گلوتن ذرت	۲۹۰	پودر پوسته و کارپاس خرچنگ دراز آب شیرین	۳۰-۸۰۰

منابع کاروتنوئید

بیش از ۷۵۰ کاروتنوئید از نظر ساختاری از منابع مختلف شامل گیاهان خشکی‌زی، جلبک‌ها، باکتری‌ها شامل سیانوباکترها و باکتری‌های فتوسنتتیک، قارچ‌ها و حیوانات در طبیعت گزارش شده است (Britton *et al*., 2004). به طور کلی، منابع کاروتنوئیدها را می‌توان به کاروتنوئیدهای گیاهان عالی، کاروتنوئیدهای جلبک‌ها، کاروتنوئیدهای سخت‌پوستان و کاروتنوئید مخمر تقسیم‌بندی کرد.

کاروتنوئید در گیاهان عالی

کاروتنوئیدها در کلروپلاست های گیاهان عالی یافت می شوند که مخلوطی از آلفا و بتا کاروتن، لیکوپن، گزانتوفیل، لوتئین، کریپتوزانتین، زی زانتین، ویولازانتین[1] و نئوزانتین[2] هستند و بطور گسترده در بافت های فتوسنتز و غیرفتوسنتز کننده یافت می شوند (Sathyaruban *et al*., 2021).

کاروتنوئیدها در بافت های غیر فتوسنتزی مثل میوه، دانه، ریشه و برگ ها بعنوان حفاظت کننده های نوری، آنتی اکسیدانت، جاذب های رنگ و پیش ساز هورمون های گیاهی عمل می کنند (Maoka, 2020). کاروتنوئیدهای طبیعی در میوه، برگ، دانه، ریشه و گل گیاهان عالی شناسایی شده اند (Saini *et al*., 2015; Das, 2016) به برخی از مطالعات در جدول ۲ اشاره شده است. ماهی طلایی محبوب ترین ماهی زینتی پرورش یافته در آب شیرین می باشد و ارزش بالایی در بازارپسندی دارد. از گیاهان عالی برای افزایش رنگدانه پوست ماهی طلایی استفاده شده است و سطح کاروتنوئید ۴۹/۵۶ میکروگرم بر گرم در پوست ماهی طلایی با افزودن گل همیشه بهار ثبت شده است که حاوی گزانتوفیل و لوتئین در جیره غذایی بود (Sallam, 2017).

[1] Violaxanthin
[2] Neoxanthin

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-08-20]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1400.8.4.4.4]

جدول ۲: کاروتنوئیدهای اندام های غیرفتوسنتزی در گیاهان عالی برای رنگ آمیزی ماهیان زینتی (Sathyaruban *et al*., 2021)

اندام غیرفتوسنتزی	نوع کاروتنوئید	مقدار کاروتنوئید در اندام	نوع ماهی زینتی	سطح اشباع کاروتنوئید در ماهی زینتی	تغییر رنگ پوست
برگ اسفناج	بتا کاروتن	۳۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم	دم شمشیری *Xiphophorus hellerii*	-	افزایش رنگ پوست
ریشه هویج	بتا و آلفا کاروتن	۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بتا کاروتن	گلدفیش *C. auratus*	۲/۵۵ میکروگرم در گرم	افزایش رنگ پوست
گل همیشه بهار	گزانتوفیل و لوتئین	۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم	دم شمشیری *X. hellerii*	۲۸/۴۸ میکروگرم در گرم	افزایش رنگ پوست
گل یونجه	گزانتوفیل، لوتئین و زی زانتین	۵۰۰- ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم	*C. auratus*		تغییر رنگ مشاهده نشد.

کاروتنوئید در جلبک‌ها

جلبک‌ها را می توان به دو گروه میکروجلبک‌ها و ماکرو جلبک‌ها (جلبک‌های دریایی) تقسیم‌بندی کرد. کاروتنوئیدهای موجود در جلبک‌ها از نظر نوع، پراکندگی و موقعیت شباهت زیادی به گیاهان عالی دارند. میکروجلبک‌ها و جلبک‌های دریایی به عنوان منبع منحصربه‌فرد از کاروتنوئیدها در آبزی‌پروری هستند (Safafar *et al*., 2015). میکروجلبک‌های *Haematococcus pluvialis*، *Chlorella vulgaris*، *Phormidium valderianum*، *Arthrospira maxima*، Spirulina *platensis*، *Nostoc ellipsosporum*، *Navicula minima*، *Porphyridium cruentum*، *Leptolyngbya valderiana* و *L. tenuis* به عنوان منبع کاروتنوئید به شکل غذای زنده و فرموله شده جهت بهبود رنگدانه پوست در ماهیان زینتی مورد استفاده قرار گرفته است (Hekimoglu *et al*., 2017). در جدول ۳ کاروتنوئیدهای موجود در جلبک برای رنگ آمیزی ماهیان زینتی ارائه شده است.

جدول ۳: کاروتنوئیدهای موجود در جلبک ها برای رنگ آمیزی ماهیان زینتی

میکرو یا ماکروجلبک	نوع کاروتنوئید	نوع ماهی زینتی	میزان کاروتنوئید در ماهی زینتی	منبع
جلبک قرمز *Porphyridium cruentum*	بتاکاروتن، زی زانتین و کلروفیل	*Cichlasoma severum*	در مرحله تولیدمثل رنگ نارنجی کمی افزایش داشت	Kop and Durmaz, 2008
Haematococcus pluvialis		*Pterophyllum scalare*	تقویت رنگ در ماهی	Kouba *et al*., 2013
اسپیرولینا *Spirulina platensis*		*Pseudotropheus acei*	ردیف های قرمز/ سبز در بدن	Güroy *et al*., 2012

کاروتنوئید در سخت‌پوستان

کاراپاس و اسکلت خارجی سخت‌پوستان حاوی مقادیر قابل‌توجهی آستاگزانتین و لوتئین می‌باشد. سخت‌پوستان آستاگزانتین را از جیره غذایی فیتوپلانکتونی خود تولید کنند. آستاگزانتین خالص و استرهای آن به عنوان رنگدانه اصلی از سخت‌پوستان *Penaeus monodon*، *Penaeus indicus*، *Litopenaeus vannamei*، *Penaeus semisulcatus*، *Penaeus japonicus*، *Pandalus borealis*، *Farfantepenaeus paulensis*، *Parapenaeopsis stylifera* و *Aristeus alcocki* جدا شده است به‌طوری‌که

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1400.8.4.4.4]

۹۸-۶۴ درصد از کل کاروتنوئیدها در این سخت‌پوستان را تشکیل می‌دهد (Sachindra *et al*., 2005). میزان کاروتنوئید در اسکلت خارجی میگو و خرچنگ ۱۴۸-۱۱۹ میکروگرم بر گرم با توجه به نوع گونه گزارش شده است (Sachindra *et al*., 2006). از محصولات جانبی میگو، کریل و خرچنگ برای القاء رنگدانه در ماهیان زینتی استفاده شده است. مطالعات مختلفی در رابطه با استفاده از محصولات جانبی سخت‌پوستان به عنوان منبع کاروتنوئید برای رنگ‌آمیزی ماهیان زینتی انجام شده که در جدول ۴ به برخی از آنها اشاره شده است.

جدول ۴: کاروتنوئیدهای موجود در فرآورده های جانبی سخت پوستان

منبع کاروتنوئید	نوع ماهی زینتی	عملکرد کاروتنوئید	منبع
پوسته میگو	پورگی قرمز	از رنگ خاکستری تیره به نقره ای صورتی قرمز تغییر یافت.	Kalinowski *et al*., 2005
ضایعات میگو	طلایی	در مدت ده روز رنگ پوست را بطور موثر بهبود داد.	Weeratunge and Perera, 2016

مخمر به عنوان منبع کاروتنوئید

مخمر قرمز[1] به عنوان منبع کاروتنوئید بویژه رنگدانه آستاگزانتین جهت بهبود رنگ پوست ماهیان تزئینی بویژه طلایی بکار رفته است. میزان ۶۰ تا ۸۰ میلی گرم مخمر بر کیلوگرم غذا برای افزایش رنگ پوست طلایی مناسب می باشد (Xu *et al*., 2006).

عوامل تاثیرگذار بر رنگ‌آمیزی ماهیان زینتی

رنگ‌آمیزی ماهیان زینتی تحت تأثیر عوامل داخلی و خارجی زیادی قرار دارد. عوامل خارجی شامل: الف) منابع کاروتنوئید (نوع کاروتنوئید اضافه شده به جیره غذایی، نوع منبع رنگدانه، غلظت رنگدانه و روش استخراج رنگدانه)، ب) عوامل محیطی (تراکم نور، میزان آلودگی موجود در آب، دمای آب، عفونت‌ها و عوامل بیماری‌زا)، ج) جیره غذایی (مواد مغذی موجود در جیره، مدت زمان تغذیه، کیفیت جیره غذایی و محل تغذیه (محیط طبیعی یا مصنوعی) و عوامل داخلی (وزن بدن، چرخه زندگی، ژنتیک و توانایی متابولیسم کاروتنوئید) می‌باشد (Heuvel *et al*., 2019; Kong *et al*., 2020). ماهی‌هایی که در محیط طبیعی زیست می‌کنند، رنگدانه مورد نیاز خود را از کپه‌پودهای پلانکتونی، فیتوپلانکتون‌ها، اتوتروف‌ها و سایر زئوپلانکتون‌ها به‌دست می‌آورند. کاروتنوئیدها طیف وسیعی از رنگ از نارنجی تا قرمز را در گیاهان و حیوانات ایجاد می‌کنند. آستاگزانتین و کانتاگزانتین[2] مسئول رنگ قرمز، نارنجی و زرد در حیوانات هستند و فراوان‌ترین رنگدانه‌های کاروتنوئیدی هستند که در آبزیان یافت می‌شوند. در میان رنگدانه‌های کاروتنوئیدی، آستاگزانتین در ماهیان دریایی و آبهای شیرین تجمع می‌یابد. در تعداد زیادی از سیچلایدها رنگ کاروتنوئیدها با معیارهای غیرمستقیم از سازگاری مانند بار انگلی کم، موقعیت اجتماعی و ترجیح همسر ارتباط دارد (Sefc *et al*., 2014). برای مثال، رنگ قرمز بر پایه کاروتنوئید از طریق جنس نر *Pundamilia nyererei* در دریاچه ویکتوریا آفریقا نشان داده می‌شود با تراکم انگل طبیعی آنها، پاسخ‌های آنتی‌بادی و سطوح استرس اکسداتیو ارتباط دارد (Dijkstra *et al*., 2011). جنس ماده این ماهی از رنگدانه کاروتنوئید برای سنجش سلامت و قدرت همنوعان آینده خود استفاده می‌کند و در واقع، آنها جنس نر با رنگدانه بیشتر (قرمزتر) را به نرهای با رنگ قرمز کمتر ترجیح می‌دهند (Maan *et al*., 2011). انتخاب جفت ماده مبتی بر رنگ نیز زمینه‌ساز انزوای تولید مثلی گونه آبی رنگ *P. pundamilia* می‌شود. حالت‌های پرخاشگری جنس‌های نر بین دو گونه بر اساس رنگ بدن به شیوه رفتاری آنها بستگی دارد. برخلاف یافته‌ها در جنس *Pundamilia*, در سیچلاید *Amphilophus citrinellus* چنین حالتی وجود ندارد. ماهیان سیکلید *A. citrinellus* در اوایل زندگی به صورت

[1] *Xanthophyllomyces dendrorhous*

[2] Canthaxanthin

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1400.8.4.4.4]

خاکستری رنگ هستند (شکل ۱، الف) و با افزایش رشد حداقل ۱۰-۸ درصد از آنها رنگ زرد متمایل به نارنجی به‌خود می‌گیرند (شکل ۱، ب). برخی از ماهیان سیچلاید دچار تغییر رنگ می‌شوند. در این حالت فرآیندهای دوگانه از بین رفتن ملانوفورهای پوشاننده و ته‌نشست کاروتنوئیدها در کروماتوفورهای زیرین رخ می‌دهد. غلظت کاروتنوئیدهای داخل بدن (کانتاگزانتین و توناکسانتین) در شکل طلایی بیشتر از شکل خاکستری است (Lin *et al*., 2010; Sefc *et al*., 2014).

شکل ۱: چند شکلی رنگی در سیکلید *Amphilophus citrinellus* (Sefc *et al*., 2014) .

نتیجه گیری

کاروتنوئیدها جزء جدایی ناپذیر صنعت پرورش ماهیان زینتی هستند و تمرکز برای شناسایی انواع رنگدانه های کاروتنوئیدی اقتصادی مورد نیاز است. منابع گیاهی و حیوانی کاروتنوئیدها را می توان در جیره های فرموله شده برای تغذیه ماهیان زینتی پرورشی استفاده نمود. اهمیت کاروتنوئیدها برای بهبود رنگ آمیزی ماهیان، تقویت خوراک و اشتغال زایی قابل توجه است. تحقیقات بیشتر برای استفاده از منابع کاروتنوئید طبیعی به جای محصولات رنگدانه مصنوعی در صنعت آبزی پروری ماهیان زینتی نیاز است که اثرات زیست محیطی رنگدانه های مصنوعی کاهش یابد تا به آبزی پروری پایدار کمک کند. همچنین مطالعاتی درسطح ژنتیکی به منظور درک کامل الگوی توزیع و پایداری رنگ در ماهیان زینتی لازم است.

منابع

Britton, G., Liaaen-Jensen, S. and Pfander, H., 2004. Introduction and guidelines on the use of the Handbook. In: Carotenoids. Birkhäuser, Basel, pp. 1–33

Chapman, F.A. and Miles, R.D., 2018. How ornamental fishes get their color. *IFAS Extension, University of Florida*. *FA*, 192:1–6

Chatzifotis, S., Pavlidis, M., Jimeno, C.D., Vardanis, G., Sterioti, A. and Divanach, P., 2005. The effect of different carotenoid sources on skin coloration of cultured red porgy (*Pagrus pagrus*). *Aquaculture Research*, 36(15): 1517-1525.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1400.8.4.4.4]

Das, A.P., 2016. Carotenoids and pigmentation in ornamental fish. *Journal of Aquaculture & Marine Biology*, 4, https://doi.org/10.15406/jamb.2016.04.00093

Das, A.P. and Biswas, S.P., 2016. Carotenoids and Pigmentation in Ornamental Fish. *Journal of Aquaculture & Marine Biology*, 4(4): 00093.

Dijkstra, P.D., Wiegertjes, G.F., Forlenza,M., Van Der Sluijs, I., Hofmann, H.A., Metcalfe, N.B. and Groothuis, T.G.G., 2011. The role of physiology in the divergence of two incipient cichlid species. *Journal of Evolutionary Biology*, 24: 2639–2652.

Gupta, S.K., Jha, A.K., Pal., A.K. and Venkateshwarlu, G., 2007. Use of natural carotenoids for pigmentation in fishes. *Natural Product Radiance*, 6(1): 46-49.

Güroy, B., Şahin, I., Mantoğlu, S. and Kayali, S., 2012. Spirulina as a natural carotenoid source on growth, pigmentation and reproductive performance of yellow tail cichlid *Pseudotropheus acei*. *Aquaculture International*, 20: 869–878.

Hekimoglu, M.A., Firat, K., Saka, S., Suzer, C., Kop, A. and Durmaz, Y., 2017. Effect of supplemented algal carotenoid diets on skin color of tomato clownfsh, *amphiprion frenatus*. *Pakistan Journal of Zoology*, 49: 663–668.

Heuvel, C.E., Haffner, G.D., Zhao, Y., Colborne, S.F., Despenic, A. and Fisk, A.T., 2019. The influence of body size and season on the feeding ecology of three freshwater fishes with different diets in Lake Erie. *Journal of Great Lakes Research*, 45, 795–804.

Ho, A.L.F.C., Zong, S. and Lin, J., 2014. Skin color retention after dietary carotenoid deprivation and dominance mediated skin coloration in clown anemonefish, *Amphiprion ocellaris*. *AACL Bioflux*, 7(2): 103- 115.

Kalinowski, C.T., Robaina, L.E., Fernández-Palacios, H., Schuchardt, D. and Izquierdo, M.S., 2005. Effect of different carotenoid sources and their dietary levels on red porgy (*Pagrus pagrus*) growth and skin colour. *Aquaculture*, 244: 223–231.

Kong, W., Huang, S., Yang, Z., Shi, F., Feng, Y. and Khatoon, Z., 2020. Fish feed quality is a key factor in impacting aquaculture water environment: evidence from incubator experiments. *Scientific Reports*, 10:1–15.

Kop, A. and Durmaz, Y., 2008. The effect of synthetic and natural pigments on the colour of the cichlids (*Cichlasoma severum* sp., Heckel 1840). *Aquaculture International*, 16:117–122.

Kouba, A., Sales, J., Sergejevová, M., Kozák, P. and Masojídek, J., 2013. Colour intensity in angelfish (*Pterophyllum scalare*) as influenced by dietary microalgae addition. *Journal of Applied Ichthyology*, 29, 193–199.

Lin, S.M., Nieves-Puigdoller, K., Brown, A.C.,McGraw, K.J. and Clotfelter, E.D., 2010. Testing the carotenoid trade-off hypothesis in the polychromatic Midas cichlid, *Amphilophus citrinellus*. *Physiological and Biochemical Zoology*, 83: 333–342.

Maan, M.E., Seehausen, O., Söderberg, L., Johnson, L., Ripmeester, E.A.P., Mrosso, H.D.J. and Maoka, T., 2011. Carotenoids in marine animals. *Marine Drugs*, 9: 278–293.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-08-20]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1400.8.4.4.4]

Maoka, T., 2020. Carotenoids as natural functional pigments. *Journal of Natural Medicines*, 74:1–16.

Sachindra, N.M., Bhaskar, N. and Mahendrakar, N.S., 2006. Recovery of carotenoids from shrimp waste in organic solvents. *Waste Management*, 26:1092–1098.

Safafar, H., Van Wagenen, J., Møller, P. and Jacobsen, C., 2015. Carotenoids, phenolic compounds and tocopherols contribute to the antioxidative properties of some microalgae species grown on industrial wastewater. *Marine Drugs*, 13:7339–7356.

Saini, R.K., Nile, S.H. and Park, S.W., 2015. Carotenoids from fruits and vegetables: chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities. *Food Research International*, 76(3): 735-750.

Sallam, A.E., 2017. The effect of marigold (Tagetes erecta) as natural carotenoid source for the pigmentation of gold fish (*Carassius auratus* L.). *Aquaculture Research*, 48:331–341.

Sathyaruban, S., Uluwaduge, D.I., Yohi, S. and Kuganathan, S., 2021. Potential natural carotenoid sources for the colouration of ornamental fish: a review. *Aquaculture International*, https://doi.org/10.1007/s10499-021-00689-3.

Sefc, K.M., Brown, A.C. and Clotfelter, E.D., 2014. Carotenoid-based coloration in cichlid fishes. *Comparative* Biochemistry *and* Physiology *Part A:* Molecular & Integrative Physiology, 173, 42–51.

Vinkler, M. and Albrecht, T., 2010. Carotenoid maintenance handicap and the physiology of carotenoid-based signalization of health. *Naturwissenschaften*, 97: 19–28.

Weeratunge, W.K.O.V. and Perera, B.G.K., 2016. Formulation of a fish feed for goldfish with natural astaxanthin extracted from shrimp waste. *Chemistry Central Journal***,** 10:1–7.

Xu, X., Jin, Z., Wang, H., Chen, X., Wang, C. and Yu, S., 2006. Effect of astaxanthin from Xanthophyllomyces dendrorhous on the pigmentation of goldfish, *Carassius auratus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 37:282–288.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1400.8.4.4.4]

Carotenoids in ornamental fish farming

Khanjani M.H.[1*]; Sharifinia M.[2]

[*]m.h.khanjani@ujiroft.ac.ir

1-Department of Fisheries Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Jiroft, Kerman, Iran.

2-Shrimp Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bushehr, Iran

Abstract

The aquaculture industry has grown dramatically in recent years, with a multimillion-dollar market. There are a variety of freshwater fish, marine fish, mollusks, and ornamental fish cultivated in this industry. The pigment and coloring of ornamental fish are important characteristics for marketing. In edible fish, carotenoids are responsible for the pigmentation of body tissue, while in ornamental fishes, they are responsible for the coloring of the skin. Fish are unable to synthesize carotenoids and are dependent on their diets to obtain the pigments they require. In closed environments, artificial and formulated feeds play a critical role in successful fish farming. A variety of natural carotenoid sources are widely used for enhancing the pigment of ornamental fish, including non-photosynthetic tissues of higher plants, microalgae, seaweed, red yeast and crustacean by-products (shells, carapace). Aquaculture farmers prefer natural carotenoid sources over artificial sources. For farmers, the amount of benefit gained from skin color after the end of fish feeding is important. The importance of carotenoids in ornamental fish culture has been discussed in this review.

Keywords: Pigment, Nutrition, Aquarium fish

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1400.8.4.4.4]