مقاله مروری:

مروری بر کارکرد مکمل‌های کاروتنوئیدی در بهبود رنگدانه پوست و رشد آبزیان زینتی

علیرضا رادخواه[۱]، سهیل ایگدری*[۱]، هادی پورباقر[۱]، علی معزی[۱]

*soheil.eagderi@ut.ac.ir

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۴۰۳

چکیده

کاروتنوئیدها گروهی از رنگدانه‌های طبیعی محلول در چربی هستند که اساساً از منابع طبیعی مانند گیاهان و جانوران تولید می‌شوند، با این حال، کاروتنوئیدها از طریق مصنوعی نیز سنتز می‌شوند و در بخش‌های مختلف صنعت آبزی‌پروری مورد استفاده قرار می‌گیرند. پژوهش حاضر با هدف بررسی کارکرد مکمل‌های کاروتنوئید در بهبود رنگدانه پوست و رشد آبزیان به‌ویژه ماهیان به‌اجرا درآمد. از مهم‌ترین کارکردهای کاروتنوئیدها می‌توان به کارکرد شبه‌آنتی‌اکسیدانی آن‌ها در برابر رادیکال‌های آزاد و عوامل اکسید کننده، افزایش ایمنی بدن در برابر بیماری‌های باکتریایی و قارچی، نقش حیاتی در بهبود رشد، بقا و تولیدمثل آبزیان و همچنین، دخالت در مراحل نوزادی یا مراحل اولیه تغذیه اشاره کرد. تاکنون تحقیقات مختلفی پیرامون افزودن مکمل‌های کارتنوئیدی به جیره غذایی آبزیان گزارش شده است که تاثیرات مثبت و قابل توجهی بر بهبود رنگ پوست و همچنین، افزایش رشد بسیاری از گونه‌های آبزی از جمله آزادماهی اقیانوس اطلس (*Salmo salar*)، تیلاپیای قرمز (*Oreochromis niloticus*)، تترای جواهر (*Hyphessobrycon callistus*)، کپور کوی (*Caprinus carpio* L.)، ماهی طلایی (*Carassius auratus*)، قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، *Larimichthys crocea*، ماهی دُم شمشیری (*Xiphophorus hellerii*)، گربه‌ماهی سربزرگ (*Clarias macrocephalus*) و گربه‌ماهی کانالی (*Ictalurus punctatus*) داشته‌اند. مطالعه نتایج به‌دست آمده از منابع علمی مختلف نشان داد با توجه به تاثیرات نامطلوب کاروتنوئیدهای مصنوعی بر رشد آبزیان، لازم است که از منابع گیاهی در جیره‌های غذایی آبزیان به‌منظور بهبود رنگ پوست و همچنین، افزایش رشد و میزان بقای آبزیان در محیط‌های آکواریومی استفاده شود. پژوهش حاضر استخراج کاروتنوئید از منابع گیاهی از جمله ریزجلبک‌های مختلف از قبیل *Haematococcus pluvialis*، *Chlorella vulgaris*، *Dunaliella salina* و *Arthrospira maxima* را در اجرای این امر بسیار مناسب می‌داند. انجام این قبیل از فعالیت‌ها می‌تواند به ارتقای بیشتر صنعت آبزیان زینتی در سطح بین المللی و همچنین، ایجاد اشتغال پایدار در کشور کمک نماید.

کلمات کلیدی: کاروتنوئید، ماهیان زینتی، رنگدانه، آستاگزانتین، رشد

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.1]

مقدمه

پرورش ماهیان زینتی، بازاری است که نه تنها در ایران بلکه در سرتاسر جهان به سرعت در حال توسعه است (Radkhah, 2019; Radkhah et al., 2020). این بازار مهم نیازمند نوآوری و اجرای فناوری‌های پیشرفته است تا بتواند جایگاه خود را در حین رقابت در بازار بین‌المللی ارتقا دهد (Radkhah et al., 2021; Hoseinifar *et al*., 2023). پرورش ماهیان زینتی به‌دلیل رنگ متفاوت و طبیعت جذاب ماهیان و همچنین، علاقه بسیاری از افراد جامعه به این صنعت مهم، در سراسر جهان رواج یافته است (Anjur *et al*., 2021). اگرچه ماهیان در طبیعت پر جُنب‌وجوش هستند، اما وقتی در مخازن شیشه‌ای یا مصنوعی آکواریوم پرورش می‌یابند و نگهداری می‌شوند، بیشتر رنگ خود را نسبت به همتایان وحشی خود از دست می‌دهند (Swain *et al*., 2020). علت این امر را می‌توان این چنین توجیه نمود که محیط‌های طبیعی دارای منابع خوبی از رنگدانه‌ها هستند که برای تولید رنگ در ماهیان مورد نیاز می‌باشند (Kaur and Shah, 2017). رنگدانه‌ها مسئول طیف گسترده‌ای از رنگ‌ها در ماهیان می‌باشند و علاوه بر این، یک پیش نیاز ضروری برای کیفیت ماهی هستند، زیرا ماهیانی که از تنوع رنگی بالایی برخوردار باشند، قیمت آن‌ها در بازار تجاری نیز افزایش خواهد یافت (Sefc *et al*., 2014). از آنجایی‌که ماهیان نمی‌توانند رنگدانه‌های خود را سنتز کنند، عوامل رنگی که توسط برخی گیاهان، جلبک‌ها و میکروارگانیسم‌ها سنتز می‌شوند، باید در رژیم غذایی آن‌ها گنجانده شوند (Brown *et al*., 2013). از این‌رو، برای افزایش رنگ ماهیان زینتی که در مخازن مصنوعی پرورش می‌یابند، استفاده از کاروتنوئیدها در جیره غذایی این ماهیان بسیار ضروری است (Swain *et al*., 2020).

با توجه به آنچه در بخش فوق ذکر گردید، مطالعه حاضر به‌منظور بررسی نقش و کارکرد مکمل‌های کاروتنوئید در افزایش رنگدانه پوست و رشد ماهیان در قالب یک تحقیق مروری به‌اجرا درآمد. در این مطالعه، با بررسی اهمیت رنگ در صنعت آبزیان زینتی، نقش مهم و کلیدی انواع کارتنوئیدهای گیاهی، جانوری و مصنوعی در بهبود عملکرد رنگدانه‌های پوست و همچنین رشد آبزیان به‌ویژه ماهیان زینتی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

اهمیت رنگ در صنعت آبزیان زینتی

رنگ ویژگی اصلی مرتبط با پذیرش یا رد محصولات شیلاتی به‌ویژه ماهیان توسط مشتریان است. ماهیان رنگی اغلب جزو ماهیان باکیفیت در بین مصرف‌کنندگان محسوب می‌شوند. برخی از ماهیان به‌دلیل رنگ پریدگی یا نداشتن رنگ مناسب برای صادرات به کشورهای خارجی ارجحیت ندارند. ماهیانی مانند آزادماهی دارای ارزش صادراتی بالایی هستند. با این حال، کیفیت و ارزش بازارپسندی آن‌ها به‌واسطه رنگ گوشت‌شان تعیین می‌شود (Price *et al*., 2008). محصولات مختلفی برای کاهش این مشکل معرفی شده‌اند، اما هیچ کدام به اندازه رنگدانه‌های کاروتنوئیدی به‌طور موثر عمل نکرده‌اند. امروزه، از انواع رنگدانه‌های کاروتنوئیدی در رژیم غذایی ماهیان برای بهبود و افزایش رنگ پوست استفاده می‌شود. یکی از مهم‌ترین کاروتنوئیدهایی که در افزایش رنگ ماهیان موفق عمل کرده‌اند، آستاگزانتین[1] می‌باشد که در بیشتر گونه‌های زینتی مانند تترا، سیکلید، گورامی، گلدفیش، کُوی و بسیاری از گونه‌های دیگر تاثیر قابل توجهی در بهبود رنگ پوست نشان داده است (Swain *et al*., 2020).

رنگ یکی از عوامل اصلی تعیین‌کننده قیمت ماهیان زینتی در بازار جهانی است. رنگ پوست ماهی عمدتاً به کروماتوفورها (ملانوفورها، گزانتوفورها، اریتروفورها، ایریدوفورها، لکوفورها و سیانوفورها) وابسته است که حاوی رنگدانه‌هایی مانند ملانین، کاروتنوئیدها (مانند آستاگزانتین، کانتاگزانتین[2]، لوتئین، زیورینین، لوتئین و زیتونین) هستند (Saini *et al*., 2022). بر اساس نظر بسیاری از محققان و کارشناسان، ماهیان توانایی سنتز کاروتنوئیدها را ندارند. رنگدانه کاروتنوئیدی ماهی ناشی از رنگدانه موجود در رژیم غذایی است. بسیاری از گزارش‌ها نشان داده‌اند که تغییر رنگ پوست در طول زمان به سطح کاروتنوئید در رژیم غذایی بستگی دارد و در بین گونه‌ها متفاوت است. بنابراین، برای افزایش رنگ پوست ماهی و همچنین گوشت آن در شرایط اسارت، ماهیان باید سطح بهینه‌ای از کاروتنوئیدها را در رژیم غذایی خود دریافت نمایند (Das and Biswas, 2016).

کاروتنوئیدها توسط جلبک‌ها، گیاهان، قارچ‌ها و باکتری‌ها سنتز می‌شوند، در حالی‌که سایر موجودات باید کاروتنوئیدهای لازم را

[1] Astaxanthin
[2] Canthaxanthin

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.1]

یا مستقیماً از رژیم غذایی دریافت نمایند (Miki, 1991) یا پیش‌سازهای کاروتنوئیدی رژیم غذایی را از طریق واکنش‌های متابولیکی اصلاح کنند (Lim *et al*., 2022). در اتوتروف‌ها، کاروتنوئیدها عمدتاً به‌عنوان حفاظت‌کننده از نور، مرتبط با فرآیند فتوسنتز عمل می‌کنند، در حالی‌که سایر ارگانیسم‌های موجود در شبکه غذایی از پتانسیل محافظت‌کنندگی کاروتنوئیدها در برابر اشعه ماوراء بنفش (UV)، خواص آنتی اکسیدانی آن‌ها در برابر گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و رادیکال‌های آزاد بهره می‌برند (Nakano and Wiegertjes, 2020). علاوه بر این موارد، نقش کاروتنوئیدها در بینایی و همچنین در سیستم ایمنی بدن نیز مطرح شده است (Nakano *et al*., 2004; Nakano and Wiegertjes, 2020).

در مهره‌داران، رنگ بدن نقش مهمی در استتار، ارتباطات، فعل و انفعالات اکولوژیکی و گونه‌زایی دارد (Sefc *et al*., 2014). در ماهیان، رنگ بدن مبتنی بر کاروتنوئید، تحت تأثیر رژیم غذایی و وضعیت بدن است و با موفقیت در جفت‌گیری مرتبط است (Maan and Sefc, 2013). در باکتری‌ها، کاروتنوئیدها قابلیت تحمل شرایط استرس‌زا و همچنین سازگاری با شرایط مختلف شامل شوری، دما، ترکیبات رادیواکتیو و pH را دارا هستند (Carvalho and Caramujo, 2017).

عملکرد کاروتنوئیدها

در ماهیان، کاروتنوئیدها عملکردهای مشابهی دارند که در سایر گونه‌های جانوری یافت می‌شود. این ترکیبات پیش‌ساز ویتامین Aهستند و به‌طور قابل توجهی بر عملکرد تولیدمثل تأثیر می‌گذارند (Blaner, 2020). کاروتنوئیدها آنتی‌اکسیدان‌های قوی هستند، به‌طوری‌که موجب تقویت سیستم ایمنی بدن می‌شوند و بر ساختار کبد تاثیر می‌گذارند (Page *et al*., 2005). اگرچه برخی از پژوهشگران بر این باور هستند که عملکردهای بیولوژیکی کاروتنوئیدها در ماهیان هنوز به‌طور کامل مشخص نشده است، اما برخی دیگر از کارشناسان، این ترکیبات را ریزمغذی‌های مهمی می‌دانند که ماهی قادر به سنتز آن‌ها نیست و بنابراین باید در رژیم غذایی آن گنجانده شوند (García-Chavarría and Lara-Flores, 2013).

رنگدانه در ماهیان

پوست ماهی دارای کروماتوفور می‌باشد که در واقع، نوعی سلول حاوی رنگدانه است. این رنگدانه‌ها از کاروتنوئیدها برای ایجاد رنگ‌های زرد (گزانتوفیل)، قرمز و نارنجی (کاروتنوئیدها) و قهوه‌ای و سیاه (ملانین) استفاده می‌کنند (Bagnara and Matsumoto, 2006). گزانتوفیل‌ها و کاروتنوئیدها مهم‌ترین گروه رنگدانه‌ها در بین ماهیان هستند (Fernandes *et al*., 2018). رنگ‌های زرد و قرمز دو رنگی هستند که بیشترین تأثیر را از غذاهای تقویت‌کننده رنگ می‌گیرند و توسط کروماتوفورها استفاده می‌شود. با این حال، پروتئین و غذاهایی مانند جلبک‌های دریایی همراه با کروماتوفورها برای ایجاد رنگ‌های آبی، بنفش و سبز روشن در ماهیان موثر هستند (Das and Biswas, 2016).

سیکلیدماهیان (Perciformes: Cichlidae)، گروهی از ماهیان استخوانی هستند که سیستمی عالی برای آزمایش فرضیه‌های مربوط به تنوع رنگ و گونه‌زایی ارائه می‌دهند. در میان سیکلیدهای آفریقای شرقی که نشان دهنده برخی از مهم‌ترین وضعیت تکامل در میان مهره‌داران می‌باشند (Meyer, 1993)، رنگ بدن به‌طور جدایی‌ناپذیری با تنوع مرتبط است. الگوهای رنگی سیکلیدها در پاسخ به انتخاب طبیعی و جنسی متفاوت است (شکل ۱). در بسیاری از گونه‌های سیکلید، انتخاب جفت و تعاملات مختلف عمیقاً تحت تأثیر رنگ بدن قرار می‌گیرد (Sefc *et al*., 2014; Arathi *et al*., 2015).

رنگدانه‌های کاروتنوئیدی

کاروتنوئیدها یکی از رایج‌ترین رنگدانه‌های طبیعی هستند که مسئول بسیاری از رنگ‌های موجود در طبیعت و همچنین عملکردهای مختلف هستند. کاروتنوئیدها دسته ای از ۸۰۰ رنگدانه طبیعی محلول در چربی هستند که عمدتاً در گیاهان، جلبک‌ها، قارچ‌ها، جانوران، باکتری‌های فتوسنتزی و برخی از باکتری‌های غیرفتوسنتزی یافت می‌شوند (Maoka, 2019). فقط گیاهان، باکتری‌ها، قارچ‌ها و جلبک‌ها می‌توانند کاروتنوئیدها را سنتز کنند. جانوران نمی‌توانند کاروتنوئیدها را بیوسنتز کنند، بنابراین باید آن‌ها را به‌واسطه رژیم غذایی به‌دست آورند. در قلمرو جانوران، کاروتنوئیدها پس از ملانین بیشترین رنگدانه را دارند (Abd El-Gawad *et al*., 2019). کاروتنوئیدها نقش مهمی در فرآیند فتوسنتز دارند و عملکرد محافظتی در برابر آسیب‌های ناشی از نور و اکسیژن انجام می‌دهند. این ترکیبات علاوه بر این، عملکردهای حیاتی مختلفی مانند پیش‌ساز ویتامین A (پرو-ویتامین A)، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و تنظیم‌کننده ایمنی را ایفا می‌کنند و از عضله‌ها

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.22034/11.3.1]



شکل ۱: تنوع رنگی قابل توجه در سیکلیدهای آفریقای شرقی (Bloomquist, 2014; Georgia Tech, 2014)

به تخمدان منتقل می‌شوند که موجب عملکرد در بخش تولیدمثل می‌شوند (Palace *et al*., 1999). تحقیقات نشان داده است ماهیانی که دارای سطح بالایی از کاروتنوئیدها هستند، در برابر بیماری‌های باکتریایی و قارچی نیز مقاوم‌تر هستند (Swain *et al*., 2020).

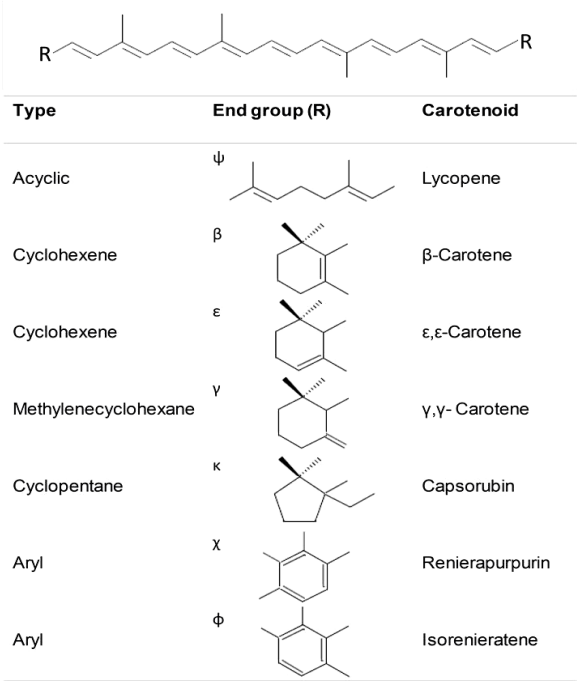
ساختار شیمیایی کارتنوئیدها

کاروتنوئیدها به طور طبیعی توسط همه موجودات فتوسنتزی و برخی غیرفتوسنتزی مانند باکتری‌ها و قارچ‌ها که متابولیسم کاروتنوژنیک پیچیده‌ای از خود نشان می‌دهند، سنتز می‌شوند (Britton *et al*., 2004). اکثر کاروتنوئیدها از یک زنجیره پلی-کربنی مشتق شده‌اند که می‌تواند به‌عنوان پایه و اساس مولکول در نظر گرفته شود (Swain *et al*., 2020). آن‌ها بر اساس تعداد کربن‌هایی که ساختارشان را تشکیل می‌دهند به کاروتنوئیدهای C_{30}، C_{40}، C_{45} و C_{50} طبقه‌بندی می‌شوند، اما تنها کاروتنوئیدهای C_{40} مواردی هستند که در طبیعت به‌وفور یافت می‌شوند و در نتیجه، در تحقیقات متعدد مورد توجه قرار گرفته‌اند. علاوه بر این، کاروتنوئیدهای C_{40} توسط ارگانیسم‌های یوکاریوت و باکتری‌ها بیوسنتز می‌شوند و ساختارهای شیمیایی آن‌ها توسط طیف متنوعی از گروه‌های پایانی تشکیل شده است (Yabuzaki, 2017). برعکس، کاروتنوئیدهای C_{30} و C_{50} توسط باکتری‌ها بیوسنتز می‌شوند و به‌ترتیب تنها حاوی ۶ و ۱۰ واحد ایزوپرنوئید C_5 هستند. در مقابل، تنها باکتری‌های مسئول سنتز کاروتنوئیدهای C_{45} متشکل از ۹ واحد ایزوپرنوئید هستند (Rodriguez-Concepcion *et al*., 2018). بر طبق مطالعه Fernandes و همکاران (۲۰۱۸)، برجسته‌ترین کاروتنوئیدها با گروه‌های پایانی -ψ، -β، -γ و -ε به‌ترتیب لیکوپن (licopene)، بتا-کاروتن (β-carotene)، γ,γ-carotene و ε,ε-carotene هستند (شکل ۲).

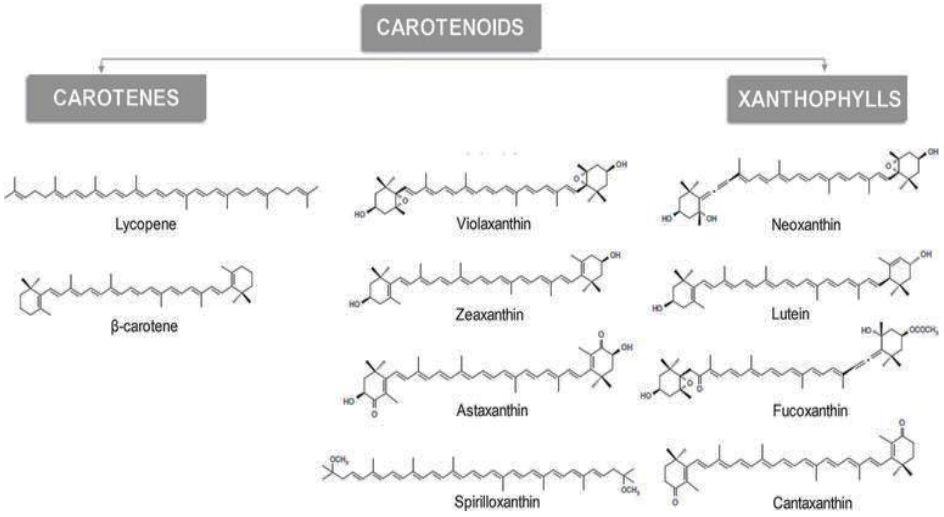
با توجه به عناصر شیمیایی موجود در ساختار کاروتنوئیدها، می توان آن‌ها را به کاروتن‌ها و گزانتوفیل‌ها طبقه‌بندی کرد که در شکل ۳ نشان داده شده است. کاروتن‌ها ترکیباتی هستند که در ساختار خود فقط هیدروکربن دارند (مانند بتاکاروتن و لیکوپن).

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.1]



شکل ۲: کارتنوئیدها با گروه‌های پایانی مختلف (Fernandes *et al.*, 2018)



شکل ۳: نمونه‌هایی از کاروتن‌ها و زانتوفیل‌ها (Fernandes *et al.*, 2018)

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.1]

از طرف دیگر، گزانتوفیل‌ها در واقع کاروتنوئیدهای اکسیژن‌دار هستند (Britton *et al*., 2004) که حاوی گروه‌های عملکردی مختلفی مانند یک اپوکسی (ویولاگزانتین[1]، نئوگزانتین[2] و فوکوگزانتین[3])، هیدروکسی (لوتئین و زآگزانتین[4])، کتو (آستاگزانتین و کانتاگزانتین) و گروه‌های متوکسی (اسپیریلوگزانتین[5]) هستند (Fernandes *et al*., 2018). به‌نوبه خود، گزانتوفیل‌ها جزو کاروتنوئیدهای اصلی در بافت‌های فتوسنتزی هستند (Arathi *et al*., 2015).

کاروتنوئیدها در ماهیان

Das و Biswas (۲۰۱۶) به مطالعه تنوع کاروتنوئیدها در ماهیان پرداختند و اظهار داشتند که ماهیان حاوی انواع مختلفی از کاروتنوئیدها هستند که غالب آن‌ها مختص گونه مورد نظر است (Kalinowski *et al*., 2007). کاروتنوئیدهای خاصی برای هر گونه ماهی وجود دارند. آن‌ها بیان داشتند کاروتنوئیدهای متنوعی که معمولاً در ماهیان به‌واسطه رنگ آن‌ها یافت می‌شوند شامل تونا‌گزانتین[6] (زرد)، لوتئین (زرد مایل به سبز)، بتا کاروتن (نارنجی)، دورادگزانتین[7] (زرد)، زآگزانتین (نارنجی زرد)، کانتاگزانتین (قرمز نارنجی)، آستاگزانتین (قرمز) و تاراگزانتین[8] (زرد) می‌باشند (Das and Biswas, 2016; Carvalho and Caramujo, 2017). تجمع کاروتنوئیدها در ماهیان بیشتر در غدد جنسی آن‌ها اتفاق می‌افتد (Maoka, 2009)، به استثنای چند مورد از خانواده آزادماهیان (Salmonidae) که در آن‌ها آستاگزانتین در عضله/ماهیچه تجمع می‌یابد (Das and Biswas, 2016).

آزادماهیان (Salmonidae) به‌طور ویژه آستاگزانتین را در عضله‌ها انباشت می‌کنند (Nakano *et al*., 2004). رنگدانه لوتئین در ماهیان آب شیرین شایع است، اما در بسیاری از ماهیان دریایی نیز یافت می‌شود. توناگزانتین به طور گسترده در ماهیان متعلق به راسته سوف‌ماهی شکلان (Perciformes) توزیع می‌شود. رنگ زرد درخشان در باله‌ها و پوست ماهیان دریایی به‌دلیل وجود توناگزانتین[9] است. آزمایشات تغذیه در کپور قرمز نشان داد که توناگزانتین از طریق زآگزانتین، از آستاگزانتین متابولیزه می‌شود. برخی از کاروتنوئیدها مخصوص گروه خاصی از ماهیان هستند. ماهیان معمولاً حاوی کاروتنوئیدهای مختلف در مقادیر کمتری هستند که نسبت آن‌ها اغلب بین نمونه‌ها به‌دلیل شرایط فیزیولوژیکی و یا رژیم غذایی آن‌ها متفاوت است (Mezzomo *et al*., 2016). اگرچه ماهیان نمی‌توانند کاروتنوئیدهای جدید را سنتز کنند، اما برخی از ماهیان خاص، توانایی تبدیل یک شکل از کاروتنوئیدها را به شکل دیگر دارند (García-Chavarría and Lara-Flores, 2013; Swain *et al*., 2020). بر اساس این ظرفیت، ماهیان به سه نوع طبقه‌بندی می‌شوند:

۱ .نوع کپور قرمز: در این گروه، لوتئین به مولکول‌های آستاگزانتین تبدیل می‌شود.

۲ .نوع سیم: در این دسته از ماهی‌ها، لوتئین کاروتن در بافت‌ها باقی می‌ماند و به شکل دیگری به داخل بدن منتقل نمی‌شود.

۳. نوع میگو: در این گروه، مولکول بتاکاروتن به مولکول آستاگزانتین تبدیل می‌شود (Swain *et al*., 2020).

جذب و انتقال کاروتنوئیدها

جذب و توزیع کاروتنوئیدها در ماهیان تحت تأثیر سن و وضعیت فیزیولوژیکی، نوع خوراکی که مصرف می‌کنند و زیستگاه آن‌ها می‌باشد. از آنجایی‌که کاروتنوئیدها آب‌گریز هستند، به سختی در محیط آبی دستگاه گوارش حل می‌شوند. در نتیجه کاروتنوئیدها به لیپیدها متصل می‌شوند تا امکان انتقال آن‌ها فراهم شود (González-Peña *et al*., 2023). جذب روده‌ای کاروتنوئیدها شامل فرآیندهای بسیاری است. علاوه بر این، در مقایسه با سایر مواد مغذی ماهی، کاروتنوئیدها به‌طور قابل توجهی کُندتر جذب می‌شوند (Monica and Swamy, 2022). به‌عنوان مثال تقریباً ۱۸ تا ۳۰ ساعت برای جذب تقریباً ۳۵ درصد آستاگزانتین در آزادماهیان از طریق پروگزیمال روده نیاز است (Das and Biswas, 2016).

[1] Violaxanthin
[2] Neoxanthin
[3] Fucoxanthin
[4] Zeaxanthin
[5] Spirilloxanthin
[6] Tunaxanthin
[7] Doradexanthins
[8] Taraxanthin
[9] Tunaxanthin

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.22034/11.3.1]

متابولیسم کاروتنوئیدها

هیچ مکانیسم مشترکی برای متابولیسم کاروتنوئیدها در بافت‌ها و تبدیل‌های بعدی آن‌ها در ماهی وجود ندارد. بر طبق مطالعات، اندام‌هایی مانند کبد یا روده که در آن‌ها متابولیت‌های کاروتنوئیدها وجود دارد، متابولیسم این ترکیبات را انجام می‌دهند (Das and Biswas, 2016). تحقیقات نشان می‌دهد که ماهیان بر اساس ظرفیت متابولیسم کاروتنوئیدها، طبقه‌بندی می‌شوند. یک نوع ماهی نیاز به افزودن مشتقات اکسیژن‌دار خاص به رژیم غذایی خود دارد، زیرا قادر به اکسیداسیون یونی نیست (Swain *et al*., 2020)، در حالی‌که نوع دیگر، مانند ماهی طلایی یا کپور قرمز، قادر به اکسیداسیون است و بنابراین پتانسیل تبدیل زآگزانتین و لوتئین را به آستاگزانتین دارد (Monica and Swamy, 2022).

تقویت رنگدانه ماهیان

تاکنون، فعالیت‌های قابل توجهی بر روی رنگدانه بسیاری از گونه‌های تجاری ماهی با استفاده از کاروتنوئیدها انجام شده است. از این نظر، جلبک‌هایی مانند *کلرلا ولگاریس* (*Chlorella vulgaris*) به‌اندازه همتای مصنوعی خود در رنگدانه‌سازی دو گونه مهم ماهی زینتی شامل کپور کوی (*Cyprinus carpio*) و ماهی طلایی (*Carassius auratus*) موثر هستند (Guedes *et al*., 2011). Ukiya و همکاران (۲۰۰۶) اظهار داشتند افزایش رنگدانه در ماهی دُم‌شمشیری (*Xiphophorus hellerii*) در هنگام تغذیه با خوراک فرموله شده حاوی *Calendula officinalis* مشاهده شد و محققان به این نتیجه دست یافتند که لوتئین می‌تواند به‌عنوان منبع رنگدانه مورد استفاده قرار گیرد. لازم به ذکر است که گونه‌ی *Calendula officinalis*، معروف به گُل همیشه بهار یک گیاه گُل‌دار با گلبرگ‌های زردرنگ از خانواده کاسنیان (Asteraceae) است. این گونه احتمالاً بومی اروپای جنوبی است، اگرچه سابقه طولانی کشت آن باعث می‌شود منشاء دقیق آن ناشناخته باشد (Ukiya *et al*., 2006). این گیاه در بخش‌های دیگر در مناطق گرم و معتدله جهان نیز یافت می‌شود (Yoshikawa *et al*., 2001). تاکنون کاربردهای دارویی و گیاهی مختلفی از گیاه *C. officinalis* گزارش شده است (Yoshikawa *et al*., 2001; Harrison, 2012).

ثبات رنگ در ماهیان

مهم‌ترین مسئله برای پرورش‌دهندگان ماهیان زینتی و آبزی‌پروران حفظ رنگ پوست به‌دست آمده پس از عدم تغذیه ماهی است. Dananjaya و همکاران (۲۰۱۷) دریافتند که رنگ پوست ماهی طلایی پس از ۹۰ روز پرورش ناپایدار است (Monica and Swamy, 2022). یک رویکرد سنتی برای ترویج آسان رنگ پوست وجود دارد، که شامل پرورش ماهیان زینتی در یک مخزن یا استخر با جلبک‌های غنی از کاروتنوئید است و به ماهی اجازه می‌دهد تا رنگ پوست مورد نظر را ایجاد کند (Lamers *et al*., 2008). اگرچه این روش ساده است، اما ثبات رنگ را تضمین نمی‌کند و گاهی اوقات می‌تواند منجر به مشکلات کیفیت آب شود. رنگ پوست ماهی ممکن است با تنظیم عوامل محیطی مانند شدت نور، دما، استرس مدیریت و نیازهای تغذیه‌ای تغییر یابد (Gouveia *et al*., 2003). برای درک کامل ثبات رنگ در ماهیان، پژوهش‌ها و مطالعات بیشتری مورد نیاز است (Monica and Swamy, 2022).

تحقیقات کمی در مورد رژیم غذایی ماهیان زینتی و افزایش رنگ آن‌ها وجود دارد. بر اساس یافته‌های به‌دست آمده، کاروتنوئیدها جزء ضروری در صنعت تجاری ماهیان زینتی هستند. منابع گیاهی طبیعی را می‌توان در رژیم‌های غذایی فرموله شده برای حفظ رنگ یا افزایش آن در محیط‌های آبی استفاده کرد (Guedes *et al*., 2011). این امر فرصت‌هایی را برای بخش ماهیان زینتی و همچنین و ایجاد شغل در این صنعت مهم ایجاد می‌کند (Monica and Swamy, 2022).

عوامل موثر بر رنگ ماهیان زینتی

نوع کاروتنوئید استفاده شده در جیره، منبع رنگدانه، غلظت، طول مدت تغذیه با کاروتنوئید، سایر مواد غذایی موجود در جیره، روش‌های استخراج کاروتنوئید، اندازه و وزن بدن، چرخه زندگی، ژنتیک، متابولیسم کاروتنوئیدها، عوامل محیطی و استرس همگی بر نوع و میزان رنگ در ماهیان زینتی تأثیر می‌گذارد (Monica and Swamy, 2022).

منابع کاروتنوئیدها

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.1]

سه منبع اصلی وجود دارد که جانوران از طریق آن‌ها می‌توانند کاروتنوئیدها را به‌دست آورند. این موارد شامل منابع گیاهی، جانوری و مصنوعی می‌باشند. در ادامه، به بررسی هر یک از منابع کاروتنوئیدها پرداخته می‌شود.

کاروتنوئیدهای گیاهی

کاروتنوئیدها توسط جلبک‌های فتوسنتزی و گیاهان، قارچ‌ها و باکتری‌ها سنتز می‌شوند، در حالی‌که سایر موجودات باید کاروتنوئیدهای لازم را یا مستقیماً از رژیم غذایی دریافت کنند، یا پیش‌سازهای کاروتنوئیدی رژیم غذایی را از طریق واکنش‌های متابولیکی اصلاح کنند. در اتوتروف‌ها، کاروتنوئیدها عمدتاً به‌عنوان محافظ نور مرتبط با فرآیند فتوسنتز عمل می کنند (Carvalho and Caramujo, 2017)، در حالی که سایر موجودات در شبکه غذایی از محافظت آنها در برابر اشعه ماوراء بنفش (UV)، خواص آنتی اکسیدانی آن‌ها در برابر گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و رادیکال‌های آزاد (Maoka, 2011)، نقش آن‌ها در بینایی، به‌عنوان پیش‌سازهای تنظیم‌کننده رونویسی، و در سیستم ایمنی بدن بهره می‌برند (Carvalho and Caramujo, 2017). در مهره داران، رنگ بدن نقش مهمی در استتار، ارتباطات، فعل و انفعالات اکولوژیکی و گونه‌زایی دارد. در ماهی، رنگ بدن مبتنی بر کاروتنوئید تحت تأثیر رژیم غذایی و وضعیت بدن است و به‌طور مثبت با موفقیت جفت‌گیری و تسلط اجتماعی مرتبط است (Maan and Sefc, 2013). در باکتری‌ها، کاروتنوئیدها همچنین با تحمل و سازگاری با چندین شرایط استرس‌زا مرتبط هستند که شامل شوری، ترکیبات رادیواکتیو، pH و دما هستند (Asker *et al*., 2007).

گیاهان همچنین دارای پتانسیل به عنوان منابع کاروتنوئیدی هستند. کاروتنوئیدهای گیاهی عمدتاً از رنگدانه میکروجلبک‌ها به‌دست می‌آیند. محصولات تجاری موجود از مخمر غنی از آستاگزانتین *Phafia rhodozyma* و محصول تخمیر *Xanthophyllomyces dendrorhous* به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می گیرد (Mata-Gómez *et al*., 2014). مواد تشکیل دهنده خوراک مانند ذرت زرد، کنجاله گلوتن ذرت و یونجه عمدتاً به‌عنوان منابع کاروتنوئیدها در فرمولاسیون جیره آبزی‌پروری مورد استفاده قرار می‌گیرند (Ranjan, 2016). سایر مواد غنی از کاروتنوئیدهای مورد استفاده شامل کنجاله گُل همیشه بهار (*Tagetes erecta*) و فلفل قرمز (*Capsicum sp.*) بودند. آزمایش‌های انجام شده با استفاده از فلفل قرمز نتایج خوبی به‌دست آورد، این در حالی است که استفاده از فلفل قرمز اثربخشی کمتری در مقایسه با آستاگزانتین تجاری داشت. علاوه بر این، رنگدانه‌های اولئورزین پاپریکا (*Paprika oleoresin*) در مقایسه با کانتاگزانتین در قزل‌آلای رنگین‌کمان، رنگ مطلوب کمتری ایجاد می‌کنند (Yanar *et al*., 2007). در مطالعه‌ای که سیم‌ماهی گیلت‌هِاد (*Sparus aurata*) با رژیم غذایی حاوی گلوتن ذرت تغذیه شد، رنگ سر و ناحیه آبشش ماهی به رنگ زرد هم‌نوعان خود در طبیعت نزدیک شد. با این حال، کاروتنوئیدهای گیاهی عمدتاً از رنگدانه میکروجلبک‌ها مشتق می‌شوند. به‌عنوان مثال، اگر شرایط پرورش مانند کاهش نیتروژن، شدت نور بالا و دما در حد مطلوب نگه داشته شود، جلبک‌هایی از قبیل *هماتوکوکوس پلوویالیس*، *کلرلا ولگاریس* (*C. vulgaris*)، *دونالیلا سالینا* (*Dunaliella salina*) و *آرتروسپیرا ماکسیما* (*Arthrospira maxima*) می‌توانند کاروتنوئیدهای ثانویه را انباشت کنند و زیست‌توده آن‌ها را می‌توان به‌عنوان رنگ در بخش آبزی‌پروری استفاده کرد (Lamers *et al*., 2008).

ریزجلبک آب شیرین *Haematococcus pluvialis* عمدتاً به دلیل رشد سریع و محتوای بالای آستاگزانتین به‌طور تجاری برای آبزی‌پروری مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. این ریزجلبک، منبع اصلی رنگدانه در ماهیان زینتی استوایی است که مسئول گونه‌های مختلف رنگ زرد، قرمز و رنگ‌های دیگر است. این رنگ‌ها از طریق کاروتنوئیدهای موجود در زنجیره غذایی آبزیان به‌دست می‌آیند. بر طبق مطالعه انجام شده توسط Hancz و همکاران (۲۰۰۳)، کپورماهیان کوی و ماهیان طلایی تغذیه شده با فلفل قرمز (پاپریکا) به‌میزان ۱۷۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن ماده غذایی، رنگ قرمز متمایل به روشن را در پوست خود نشان دادند. علاوه بر این، Gouveia و همکاران (۲۰۰۳) دریافتند که استفاده از *کلرلا ولگاریس*، *هماتوکوکوس پلوویالیس* و *آرتروسپیرا ماکسیما* به‌میزان ۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در ماهی کوی و ماهی طلایی، رنگ هر دو گونه را بهبود بخشید. Xu و همکاران (۲۰۰۶) نیز بیان داشتند که در ماهی طلایی (*C. auratus*) تغذیه شده با آستاگزانتین حاصله از مخمر قرمز به مقدار ۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم، میزان رنگدانه در گوشت، فلس، سر و باله‌های ماهی افزایش یافت.

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با فلفل قرمز (*Capsicum annuum*) که حاوی ۱۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اولئورسین بود، رنگ قابل توجهی از دست نداد. ادغام رژیم غذایی *هماتوکوکوس پلوویالیس* (*Haematococcus*

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.1]

pluvialis) به میزان ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در گونه‌ای از سیم‌ماهی دریایی (*Pagrus pagrus*) باعث ایجاد پوست صورتی رنگ شد (Tejera *et al*., 2007). ترکیب رژیم غذایی یونجه ۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم باعث بهبود رنگدانه در بافت‌ها شد. Sun و همکاران (۲۰۱۲) دریافتند در ماهی کپور زینتی ژاپنی (*C. carpio* L.) که با ۷۵ گرم بر کیلوگرم ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* (*Spirulina platensis*) تغذیه شده بود، امکان بهبود رنگدانه‌ها در پوست بدن به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت. افزودن غذای *اسپیرولینا پلاتنسیس* (*Spirulina platensi*) در رژیم غذایی با ۷/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم باعث بهبود بهتر رنگدانه شد (Swain *et al*., 2020). Pham و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند که ترکیب رژیم غذایی پاپریکا و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم عصاره *H. pluvialis* موجب بهبود رنگدانه‌های پوست در کفشک‌ماهی زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) شد.

کاروتنوئیدهای جانوری

منابع جانوری که از نظر تجاری توسط صنعت آبزی‌پروری به عنوان افزودنی خوراک برای تقویت رنگ مورد استفاده قرار می‌گیرند، عمدتاً از محصولات جانبی جانوران و برخی از میکروارگانیسم‌ها که حاوی کاروتنوئیدها هستند، به‌دست می‌آیند. جانورانی مانند میگو، کریل، خرچنگ و غیره به عنوان منابع بالقوه کاروتنوئیدها استفاده می‌شوند. این جانوران همچنین سرشار از نمک‌های معدنی (۳۵-۳۰ درصد)، پروتئین‌ها (۵۰-۲۵ درصد) و کیتین (۳۵-۲۵ درصد) هستند. در میان میکروارگانیسم‌ها، مخمر (*Phaffia Rhodozyma*) منبع اصلی آستاگزانتین می‌باشد (Johnson, 2003). این مخمر به‌عنوان منبع مطلوبی از پروتئین‌ها و لیپیدها عمل می‌کند. گنجاندن این منبع کاروتنوئید، گذشته از تأثیر مثبت آن بر رنگدانه‌های ماهی، عملکرد کبد و پتانسیل دفاعی آن را در برابر استرس اکسیداتیو افزایش می‌دهد (Abd El-Gawad *et al*., 2019). ترکیب رژیم غذایی آستاگزانتین حاصله از پوسته‌های میگو (*Pleisonika* sp.) به مقدار ۳۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم نشان داد که رنگ پوست به دست آمده توسط ماهی *P. pagrus* شبیه به نمونه‌های وحشی پرورش‌یافته این گونه است. ماهی *P. pagrus* تغذیه شده با پوسته‌های میگو به میزان ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، رنگ پوست را از خاکستری تیره به صورتی قرمز تغییر داد. همچنین، ترکیب پوسته میگو به میزان ۱۶ درصد در جیره غذایی این ماهی، باعث افزایش ثبات کاروتنوئید در بافت پوست شد (Swain *et al*., 2020).

کاروتنوئیدهای مصنوعی

منابع کاروتنوئیدی گیاهی و جانوری حاوی مخلوطی از رنگدانه‌های مختلف هستند. از سوی دیگر، کاروتنوئیدهای مصنوعی فقط حاوی یک رنگدانه خاص هستند، اما مشکل ذخیره‌سازی دارند چراکه به گرما، نور و هوا بسیار حساس هستند. با این حال، اشکال پایدار رنگدانه‌های مصنوعی در بازار موجود هستند که با آسکوربیل پالمیتات[1]، اتوکسیکین[2] و ترکیبات دیگر امولسیون شده‌اند (Swain *et al*., 2020).

آستاگزانتین (®Naturose) با مقدار ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم، باعث افزایش رنگ مایل به قرمز روشن در هر دو ناحیه پشتی و شکمی سیم‌ماهی دریایی (*P. pagrus*) شد. در مطالعه دیگری، Barclay و همکاران (۲۰۰۶) عنوان کردند که آستاگزانتین به میزان ۸/۳۲-۷/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم، رنگ تیره بیشتری در لابستر استوایی (*Panulirus ornatus*) نسبت به گروه شاهد ایجاد کرد.

Tejera و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که در گونه‌ی *P. pagrus* تغذیه شده با ۲۵ تا ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم آستاگزانتین، رنگدانه مایل به قرمز در این ماهی پدیدار شد. در تحقیق دیگری، Doolan و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی اثر ترکیب رژیم غذایی آستاگزانتین بر حفظ رنگدانه پوست در اسنپر استرالیایی (*Pagrus auratus*) پرداختند. آن‌ها بیان داشتند که ترکیب رژیم غذایی آستاگزانتین به میزان ۳۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم باعث حفظ رنگدانه بیشتر در پوست اسنپر استرالیایی (*P. auratus*) شد. همچنین، مصرف کاروتنوئید مصنوعی به میزان ۱/۵ گرم بر کیلوگرم در کپورماهی زینتی ژاپنی (*Cyprinus carpio* L.) باعث بهبود رنگدانه پوست شد (Sun *et al*., 2012). بر طبق مطالعه Yi و همکاران (۲۰۱۴)، ترکیب رژیم غذایی گزانتوفیل‌ها به‌میزان ۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم، ۱/۲۰-۱/۱۰ برابر رنگ زرد بیشتری را در ناحیه شکمی پوست و ۱/۳۵-۱/۲۵ برابر رنگ زرد بیشتری را ناحیه پشتی

[1] Ascorbyl palmitate
[2] Ethoxyquin

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.22034/11.3.1]

پوست ماهی *Larimichthys polyactis* نشان داد. مطالعه مشابه دیگری توسط Wade و همکاران (۲۰۱۶) نیز نشان داد که در میگوی ببری غول پیکری که با آستاگزانتین ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم تغذیه شده بود، رنگدانه‌های قابل ملاحظه‌ای در ناحیه پوست مشاهده شدند.

تأثیر کاروتنوئیدها بر رشد آبزیان

در مورد نقش کاروتنوئیدها در رشد ماهیان اختلاف نظرهای زیادی وجود دارد. در این رابطه، چندین مطالعه تأثیرات مثبتی را گزارش کردند در حالی‌که سایرین هیچ تأثیری مشاهده نکردند. در بچه‌ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*)، افزودن آستاگزانتین مصنوعی و کانتاگزانتین نه تنها رشد، بلکه بقا را نیز افزایش داد. به عنوان مثال، رشد بهبود یافته آزادماهی اقیانوس اطلس با تکمیل رژیم غذایی حاوی آستاگزانتین یا کانتاگزانتین مشاهده شد و هیچ تفاوت قابل توجهی بین رژیم غذایی حاوی آستاگزانتین و کانتاگزانتین مشاهده نشد. نتایج مشابهی برای ماهی تیلاپیای قرمز (*Oreochromis niloticus*) و میگوی کوروما[1] (*Penaeus japonicus*) گزارش شد (Swain *et al*., 2020). Wang و همکاران (۲۰۰۶) اظهار نمودند که با افزودن مکمل‌های کارتنوئید به جیره غذایی گونه‌ی *Hyphessobrycon callistus* بقا و رشد بهتری در این گونه در مقایسه با جیره‌های معمولی بدون کارتنوئید مشاهده شد.

تعامل بین آستاگزانتین و مکمل ویتامین A بر رشد و بقا در اولین تغذیه بچه‌ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*S. salar*) مورد بررسی قرار گرفت. جیره‌های آزمایشی بر اساس یک رژیم غذایی نیمه خالص مبتنی بر کازئین بدون ویتامین و کاروتنوئید و ژلاتین به عنوان منابع پروتئین بود. نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه نشان داد که تغذیه ۱۳۵ روزه به وضوح رشد و بقای قابل‌توجهی در مکمل آستاگزانتین نسبت به رژیم غذایی آزمایشی را نشان داد و مکمل ویتامین A به تنهایی از رشد و بقا حمایت نکرد. نتایج همچنین نشان می‌دهد که یک پرو‌ویتامین تابعی از آستاگزانتین است، اما این ترکیب به تنهایی قادر به توضیح اثر مکمل‌سازی آستاگزانتین نیست (Wang *et al*., 2006; Swain *et al*., 2020).

تحقیقات انجام شده نشان دادند که گنجاندن رنگدانه‌های کاروتنوئیدی در رژیم غذایی، بر رشد و کارایی تغذیه بچه ماهی طلایی تأثیری نداشت (Swain *et al*., 2020). با این حال، ماهی طلایی تغذیه شده با ۶ درصد هویج، نرخ رشد ویژه بالاتری نسبت به نمونه‌های شاهد نشان داد. Swian و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که افزودن ۱ درصد پودر هویج به جیره کپور کوی در افزایش رشد و بهبود رنگ پوست مؤثر بود. بر طبق نتایج Maiti و همکاران (۲۰۱۷) نیز افزودن ppm ۱۸۰ اولئورسین گُل همیشه بهار به جیره غذایی در افزایش رشد و رنگ در کپور کوی (*C. carpio*) تاثیرگذار بود. Ninwichian و همکاران (۲۰۲۰) اظهار داشتند که سه نوع مختلف از منابع طبیعی کاروتنوئید شامل *Phafia rhodozyma*، *Paracoccus sp.* و *Haematococcus pluviallis* در سطح ۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره، تفاوت معنی‌داری در رشد ماهی کوی نشان ندادند. بر خلاف این مطالعه، در تحقیق Swain و همکاران (۲۰۲۰) بیان شد که یک رژیم غذایی مبتنی بر ژلاتین غنی‌شده با پودر گلبرگ گل همیشه بهار و مواد پروتئینی می‌تواند نتیجه بهتری از افزایش رشد و بهبود رنگ پوست در ماهی دُم‌شمشیری (*X. hellerii*) نشان دهد (Swain *et al*., 2020).

تحقیقات متعدد نشان داده‌اند که ترکیب کاروتنوئیدهای مصنوعی یا مواد غذایی غنی از کاروتنوئید طبیعی در رژیم غذایی ماهیان باعث افزایش رشد و بهبود رنگ پوست آن‌ها می‌شود (Choubert, 2010; Ansari *et al*., 2013; Nhan *et al*., 2019). با این حال، سطح مکمل غذایی بهینه برای هر یک از رنگدانه‌های کاروتنوئیدی (کانتاگزانتین، آستاگزانتین، گزانتوفیل) برای گونه‌های مختلف ماهی متفاوت است (Ahmed and Delgado, 2000).

Choubert و Baccaunaud (۲۰۰۶) به بررسی اثرات استفاده از کانتاگزانتین یا آستاگزانتین روی فیله‌های قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پرداختند و بیان کردند که اثرات استفاده از کانتاگزانتین یا آستاگزانتین در سطح مکمل غذایی ۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم رژیم غذایی موثر است. در مطالعه دیگری، Yi و همکاران (۲۰۱۴) نشان داده‌اند که هم گزانتوفیل‌ها و هم آستاگزانتین (۷-۳۷/۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم رژیم غذایی) منابع کاروتنوئیدی مؤثری برای بهبود رنگ پوست در گونه‌ی *Larimichthys croceus* هستند.

Hien و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی اثرات رنگدانه‌های کاروتنوئیدی مکمل بر رشد و عملکرد رنگ در گربه‌ماهی سر‌بزرگ (*Clarias macrocephalus*) پرداختند. در این مطالعه، دو آزمایش برای تعیین انواع مناسب، مدت زمان تغذیه و غلظت

[1] Kuruma shrimp

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.1]

رنگدانه‌های آستاگزانتین (As)، کانتاگزانتین (Ca) و گزانتوفیل (Xa) به‌صورت جداگانه و ترکیبی انجام شد. بر طبق نتایج، به‌طور مداوم، بالاترین محتوای کاروتنوئید عضلانی در ماهیان تغذیه شده با رژیم غذایی گزانتوفیل (Xa) یافت شد. رژیم غذایی گزانتوفیل برای آزمایش انتخاب شد. این آزمایش شامل چهار رژیم غذایی مکمل گزانتوفیل با مقادیر ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم و یک رژیم غذایی پایه بدون مکمل گزانتوفیل بود. نتایج نشان داد که تفاوتی در نرخ رشد ویژه[1] (SGR) یا نرخ بقای[2] (SR) ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف گزانتوفیل وجود ندشات. ماهیانی که با جیره گزانتوفیل به‌میزان ۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم تغذیه شده بودند، به‌دلیل «زردی» طبیعی عضله‌ها، بیشترین ترجیح را در میان مصرف‌کنندگان داشتند. بنابراین، نتایج مطالعه Hien و همکاران (۲۰۲۲) نشان داد که رنگدانه‌های کاروتنوئیدی بر عملکرد رشد ماهی تأثیر نمی‌گذارد. با توجه به این موضوع، پرورش‌دهندگان ماهی و تولیدکنندگان جیره می‌توانند از گزانتوفیل (Xa) با غلظت بهینه ۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای افزایش عملکرد رنگ در گربه‌ماهی سَربزرگ (*C. macrocephalus*) جهت رسیدن به اندازه بازاری آن برای حداقل ۴ هفته قبل از برداشت استفاده کنند.

مطالعات نشان داده‌اند که کمبود ویتامین A و اسیدهای چرب غیراشباع چندزنجیره[3] (HUFA) بر میزان عملکرد رنگدانه‌های پوست تاثیر می‌گذارند (Huang *et al.*, 2018). بر طبق مطالعه Lim و Lovell (۱۹۷۸)، کمبود ویتامین A باعث بی‌رنگ شدن پوست گربه ماهی کانالی (*Ictalurus punctatus*) می شود. به نظر می رسد این کمبود با غنی‌سازی غذای زنده با جلبک‌های حاوی کاروتنوئید کاهش می‌یابد. بر طبق مطالعات انجام شده، استرهای ویتامین A برای بچه‌ماهی آزاد اقیانوس اطلس در دسترس هستند و نتایج آزمایشگاهی نشان می‌دهد که لارو ماهیان دریایی به کاروتنوئیدها یا ترجیحاً آستاگزانتین نیاز دارند (Christiansen *et al.*, 1994; García-Chavarría and Lara-Flores, 2013). García-Chavarría و Lara-Flores (۲۰۱۳) اظهار داشتند که مکمل آستاگزانتین در ماهی قزل‌آلا و ماهی قرمز باعث افزایش رشد تخمدان، لقاح، تفریخ و رشد لاروها می‌شود.

نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده

تحقیق حاضر نشان داد که کاروتنوئیدها جزء ضروری صنعت ماهیان زینتی محسوب می‌شوند. با توجه به اثرات نامطلوب کاروتنوئیدهای مصنوعی بر محیط آبی، می‌توان از منابع گیاهی و طبیعی ترکیب جیره غذایی ماهیان استفاده نمود. انجام این قبیل از فعالیت‌ها می‌تواند به ارتقای صنعت ماهیان زینتی و همچنین، ایجاد اشتغال در این حوزه کمک نماید. با توجه تخریب محیط‌زیست، پسماندها و سایر مشکلات مرتبط با آلودگی، شیوه‌های اخیر آبزی‌پروری اهمیت بیشتری به بخش ارگانیک می‌دهد، چراکه عرضه افزودنی‌های مصنوعی در جیره غذایی جانوران محدود شده است. علاوه بر این، ترکیب کاروتنوئیدهای مصنوعی در جیره می‌تواند هزینه خوراک را افزایش دهد. منابع طبیعی گیاهی و جانوری حاوی منابع فراوانی از کاروتنوئیدها هستند. در نتیجه، استفاده از کاروتنوئیدهای مشتق شده از گیاهان و جانوران باید به‌وفور برای فرمولاسیون خوراک آبزیان تجاری مورد استفاده قرار گیرند.

تاکنون، تحقیقاتی روی اثرات کاروتنوئیدها بر سلامت انسان، تقریباً منحصراً روی بتاکاروتن، متمرکز شده‌اند. علاوه بر این، بررسی تأثیر کاروتنوئیدهای مختلف بر سیستم ایمنی و غدد درون‌ریز، متابولیسم آن‌ها، مکانیسم اثر و برهم‌کنش کاروتنوئیدها در داخل بدن باید آشکار شود. همچنین، در صنعت آبزی‌پروری درک و کنترل چندین پارامتر که بر رشد بدن و رنگدانه ماهی تأثیر می‌گذارند، بسیار مهم است و از ضروریت‌های تحقیقاتی در این حوزه به‌شمار می‌رود. به‌عنوان مثال، قابلیت هضم کاروتنوئیدها که ظاهراً تحت تأثیر مصرف خوراک است، باید مورد مطالعه قرار گیرد. همچنین، حفظ کاروتنوئید توسط بافت که به گونه ماهی بستگی دارد و همچنین، چرخه متابولیک کاروتنوئیدها و اثرات فیزیولوژیکی ناشی از دریافت کاروتنوئیدها در مراحل رشد گونه‌های پرورشی باید مورد ارزیابی قرار گیرد. فرمول‌های غذایی باید اثرات احتمالی را نه تنها روی رنگدانه‌ها، بلکه بر سیستم ایمنی و رشد عضله‌ها، اسکلت و سیستم عصبی ماهیان مورد توجه قرار دهند.

منابع

Abd El-Gawad, E.A., Wang, H.-P. and Yao, H., 2019. Diet supplemented with synthetic carotenoids: Effects on growth performance and

[1] Specific growth rate
[2] Survival rate
[3] Highly unsaturated fatty acids

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.1]

biochemical and immunological parameters of yellow perch (*Perca flavescens*) *Front. Physiol*. 10, 1056. DOI:10.3389/fphys.2019.01056

Ahmed, M. and Delgado, C., 2000. Introduction to the issues and context of rapid changes in world demand of fish. Meeting Int. Inst. for Fish Econ. And Trade (II FET), 10-14 July, Corvallis, Oregon, USA.

Anjur, N., Sabran, S.F., Daud, H.M. and Othman, N.Z., 2021. An update on the ornamental fish industry in Malaysia: *Aeromonas* hydrophila-associated disease and its treatment control. *Vet World*, 14(5):1143-1152.

Ansari, R., Alizadeh, M., Shamsai, M. and Khodadadi, M., 2013. Effect of synthetic and algal astaxanthin on the reproduction efficiency of female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Fisheries*, 26, 15–22.

Arathi, B.P., Sowmya, P.R.R., Vijaya, K., Baskaran, V. and Lakshminarayan, R., 2015. Metabolomics of carotenoids: The challenges and prospects: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 45, 105-117. DOI:10.1016/j.tifs.2015.06.003

Asker, D., Beppu, T. and Ueda, K., 2007. Unique diversity of carotenoid-producing bacteria isolated from Misasa, a radioactive site in Japan. *Appl. Microbiol. Biotechnol*, 77, 383-392. DOI:10.1007/s00253-007-1157-8

Bagnara, J.T. and Matsumoto. J., 2006. The Pigmentary System: Physiology and Pathophysiology. Nordland JJ, Boissy RE, Hearing VJ, King RA, Oetting WS, Ortonne JP, editors. New York, New York: Oxford University Press; 2006. Chapter 2. Comparative anatomy and physiology of pigment cells in nonmammalian tissues; pp. 1–23.

Barclay, M.C., Irvin, S.J., Williams, K.C. and Smith, D.M., 2006. Comparison of diets for the tropical spiny lobster, Panulirus ornatus: astaxanthin supplemented feeds and mussel flesh. *Aquaculture Nutrition*, 12(2), 117-125.

Blaner, W.S., 2020. Vitamin A and Provitamin A Carotenoids. In: Marriott BP, Birt DF, Stallings VA, Yates AA, eds. Present Knowledge in Nutrition. 11th ed. Cambridge, Massachusetts: Wiley-Blackwell; 2020, pp. 73-91.

Bloomquist, A., 2014. A display of the diversity in male cichlid fish. https://news.gatech.edu. Accessed July 24, 2014.

Britton, G., Liaaen-Jensen, S. and Pfander, H., 2004. Carotenoids: Handbook. 1st ed. Basel, Switzerland: Springer Basel AG; 2004, 646 p. DOI:10.1007/978-3-0348-7836-4

Brown, A.C., McGraw, K.J. and Clotfelter, E.D., 2013. Dietary carotenoids increase yellow nonpigment coloration of female convict cichlids (*Amantitlania nigrofasciata*). *Physiol. Biochem. Zool*., 2013;86:312–322.

Carvalho, C.C.C. and Caramujo, M.J., 2017. Carotenoids in Aquatic Ecosystems and Aquaculture: A Colorful Business with Implications for Human Health. *Front. Mar. Sci.*, 4, 2017. DOI:10.3389/fmars.2017.00093.

Choubert, G. and Baccaunaud, M., 2006. Colour changes of fillets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed astaxanthin or canthaxanthin during storage under controlled or modified atmosphere. *LWT-Food Sci. Technol.*, 39, 1203–1213.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.1]

Choubert, G., 2010. Response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to varying dietary astaxanthin/canthaxanthin ratio: Colour and carotenoid retention of the muscle. *Aquacult. Nutr.*, 16, 528–535.

Christiansen, R., Lies Ø. and Torrissen, O.J., 1994. Effect of astaxanthin and vitamin A on growth and survival during feeding of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture Research*, 25, 903-914.

Dananjaya, S., Munasinghe, M., Ariyaratne, S. and Lee, J., 2017. Natural bixin as a potential carotenoid for enhancing pigmentation and colour in goldfish (*Carassius auratus*). Aquaculture Nutrition, 23: 2. DOI:10.1111/anu.12387

Das, A.P. and Biswas, S.P., 2016. Carotenoids and pigmentation in ornamental fish. *Journal of Aquaculture and Marine Biology*, 4(4), 00093. DOI:10.15406/jamb.2016.04.00093

Doolan, B.J., Booth, M.A., Allan, G.L. and Jones, P.L., 2008. Effects of dietary astaxanthin concentration and feeding period on the skin pigmentation of Australian snapper, *Pagrus auratus* (Bloch & Schneider, 1801). *Aquaculture Research*, 40(1), 60-68.

Fernandes, A.S., Nascimento, T.C.do., Jacob-Lopes, E., Rosso, V.V.D. and Zepka, L.Q., 2018. Introductory Chapter: Carotenoids - A Brief Overview on Its Structure, Biosynthesis, Synthesis, and Applications. InTech. DOI: 10.5772/intechopen.79542

García-Chavarría, M. and Lara-Flores, M., 2013. The use of carotenoid in aquaculture. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 8(2), 38-49.

Georgia Tech., W., 2014. Sequencing of five African fishes reveals diverse molecular mechanisms underlying evolution. https://news.gatech.edu/news/2014/09/04/sequencing-five-african-fishes-reveals-diverse-molecular-mechanisms-underlying. Accessed July 25, 2023.

González-Peña, M.A., Ortega-Regules, A.E., Anaya de Parrodi, C. and Lozada-Ramírez, J.D., 2023. Chemistry, Occurrence, Properties, Applications, and Encapsulation of Carotenoids-A Review. *Plants (Basel)*, 12(2), 313. DOI:10.3390/plants12020313

Gouveia, L., Rema, P., Pereira, O. and Empis, J., 2003. Colouring ornamental fish (*Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*) with microalgal biomass. *Aquaculture Nutrition*, 9(2), 123-129.

Guedes, A.C., Amaro, H.M. and Malcata, F.X., 2011. Microalgae as sources of carotenoids. *Mar Drugs*., 9(4), 625-644. DOI:10.3390/md9040625

Hancz, C., Magyary, I., Molnár, T. and SATO, S., 2003. Evaluation of color intensity enhanced by paprika as feed additive in goldfish and koi carp using computer-assisted image analysis. *Fisheries Sciences*, 69(6), 1158-1161. DOI:10.1111/j.0919-9268.2003.00740.x

Harrison, L., 2012. RHS Latin for Gardeners. United Kingdom: Mitchell Beazley. 180P.

Hien, T.T.T., Loc, T.V., Tu, T.L.C., Phu, T.M., Duc, P.M., Nhan, H.T. and Liem, P.T., 2022. Dietary Effects of Carotenoid on Growth Performance and Pigmentation in Bighead Catfish (*Clarias macrocephalus* Günther, 1864). *Fishes*, 7(1), 37. DOI:10.3390/fishes7010037

Hoseinifar, S.H., Maradonna, F., Faheem, M., Harikrishnan, R., Devi, G., Ringø, E., Van

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.1]

Doan, H., Ashouri, G., Gioacchini, G. and Carnevali, O., 2023. Sustainable Ornamental Fish Aquaculture: The Implication of Microbial Feed Additives. *Animals*, 13(10), 1583. DOI:10.3390/ani13101583

Huang, T.H., Wang, P.W., Yang, S.C., Chou, W.L. and Fang, J.Y., 2018. Cosmetic and Therapeutic Applications of Fish Oil's Fatty Acids on the Skin. Mar Drugs., 16(8): 256. DOI:10.3390/md16080256

Johnson, E.A., 2003. *Phaffia rhodozyma*: colorful odyssey. *Int Microbiol*., 6(3), 169-174. DOI:10.1007/s10123-003-0130-3

Kalinowski, C.T., Izquierdo, M.S., Schuchardt, D. and Robaina, L.E., 2007. Dietary supplementation time with shrimp shell meal on red porgy (*Pagrus pagrus*) skin colour and carotenoid concentration. *Aquaculture*, 272(1), 451-457.

Kaur, R. and Shah, T.K., 2017. Role of feed additives in pigmentation of ornamental fishes. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(2), 684-686.

Lamers, P.P., Janssen, M., de Vos, R.C.H., Bino, R.J. and Wijffels, R.H., 2008. Exploring and exploiting carotenoid accumulation in *Dunaliella salina* for cell-factory applications. *Trends Biotechnol*., 26, 631-638.

Lim, C. and Lovell, R.T., 1978. Pathology of the vitamin C deficiency syndrome in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Journal of Natural*, 108(7), 1137-1146. DOI:10.1093/jn/108.7.1137

Lim, K.C., Yusoff, F.M., Karim, M. and Natrah, F.M.I., 2022. Carotenoids modulate stress tolerance and immune responses in aquatic animals. *Reviews in Aquaculture*, 15(2), 872-894. DOI:10.1111/raq.12767

Maan, M.E. and Sefc, K.M., 2013. Colour variation in cichlid fish: developmental mechanisms, selective pressures and evolutionary consequences. *Seminars in Cell and Developmental Biology*, 24, 516-528. DOI:10.1016/j.semcdb.2013.05.003

Maiti, M.K., Bora, D., Nandeesha, T.L., Sahoo, S., Adarsh, B.K., and Kumar, S., 2017. Effect of dietary natural carotenoid sources oncolour enhancement of Koi carp, *Cyprinus carpio* L. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(4), 340-345.

Maoka, T., 2009. Recent progress in structural studies of carotenoids in animals and plants. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 483, 191-195. DOI:10.1016/j.abb.2008.10.019

Maoka, T., 2011. Carotenoids in marine animals. *Marine Drugs*, 9, 278-293. DOI:10.3390/md9020278

Maoka, T., 2019. Carotenoids as natural functional pigments. *J Nat Med*., 74(1), 1-16. DOI:10.1007/s11418-019-01364-x

Mata-Gómez, L.C., Montañez, J.C., Méndez-Zavala, A. and Aguilar, C.N., 2014. Biotechnological production of carotenoids by yeasts: an overview. Microb Cell Fact., 13:12. DOI: 10.1186/1475-2859-13-12

Meyer, A., 1993. Phylogenetic relationships and evolutionary processes in East African cichlid fishes. *Trends in Ecology and Evolution*, 8, 3-8.

Mezzomo, N., Sandra, R.S., Ferreira, A., 2016. Carotenoids Functionality, Sources, and Processing by Supercritical Technology: A

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.1]

Review. *Journal of Chemistry*, 2016, 3164312, 16 p. DOI:10.1155/2016/3164312

Miki, W., 1991. Biological functions and activities of animal carotenoids. *Pure and Applied Chemistry*, 63(1), 141-146.

Monica, K.S. and Swamy, J.M., 2022. Role of Carotenoids in Ornamental Fish Culture: A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 11(1), 249-254. DOI:10.20546/ijcmas.2022.1101.030

Nakano, T. and Wiegertjes, G., 2020. Properties of Carotenoids in Fish Fitness: A Review. *Marine Drugs*, 18(11), 568. DOI:10.3390/md18110568

Nakano, T., Wazawa, M., Yamaguchi, T., Sato, M. and Iwama, G.K., 2004. Positive biological actions of astaxanthin in rainbow trout. *Marine Biotechnology*, 6, 100-105.

Nhan, H.T., Minh, T.X., Liew, H.J., Hien, T.T.T. and Jha, R., 2019. Effects of natural dietary carotenoids on skin coloration of false clownfish (*Amphiprion ocellaris* cuvier, 1830). *Aquaculture Nutrition*, 25, 662-668.

Ninwichian, P., Chookird, D., and Phuwan, N., 2020. Effects of dietary supplementation with natural carotenoid sources on growth performance and skin coloration of fancy carp, *Cyprinus carpio* L. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19(1), 167-181.

Page, G.I., Russell, P.M. and Davies, S.J., 2005. Dietary carotenoid pigment supplementation influences hepatic lipid and mucopolysaccharide levels in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 142, 398-402.

Palace, V.P., Khaper, N., Qin, Q. and Singal, PK., 1999. Antioxidant potentials of vitamin A and carotenoids and their relevance to heart disease. *Free Radic Biol Med*., 26(5-6), 746-761. DOI:10.1016/s0891-5849(98)00266-4

Pham, M.A., Byun, H.G., Kim, K.D. and Lee, S.M., 2014. Effects of dietary carotenoid source and level on growth, skin pigmentation, antioxidant activity and chemical composition of juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 431, 65-72.

Price, A.C., Weadick, C.J., Shim, J. and Rodd, F.H., 2008. Pigments, patterns, and fish behavior. *Zebrafish*, 5(4), 297-307. DOI:10.1089/zeb.2008.0551

Radkhah, A.R., 2019. Prevalence of parasitic diseases as a serious threat to the ornamental fish industry: A study on the prevalence of *Argulus* parasites in ornamental fishes of Iran. Journal of Ornamental Aquatics, 6(3): 13-22.

Radkhah A.R., Eagderi, S. and Sadeghinejad Masouleh, E., 2020. Investigation of antimicrobial properties of silver nanoparticles (AgNPs) to control diseases and health management in aquaculture systems. Journal of Ornamental Aquatics, 7(1): 7-15.

Radkhah, A.R., Eagderi, S. and Mousavi-Sabet, H., 2021. Review on the benefits and disadvantages of nanotechnology in the aquaculture. Journal of Ornamental Aquatics, 8(2): 43-58.

Ranjan, A., 2016. The importance of carotenoids in aquafeeds. https://www.globalseafood.org/advocate/the-importance-of-carotenoids-in-aquafeeds. Accessed on 23 August 2016.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.1]

Rodriguez-Concepcion, M., Avalos, J., Bonet, M.L., Boronat, A., Gomez-Gomez, L., Hornero-Mendez, D., Limon, M.C., Meléndez-Martínez, A.J., Olmedilla-Alonso, B., Palou, A., Ribot, J., Rodrigo, M.J., Zacarias, L. and Zhu, C., 2018. A global perspective on carotenoids: Metabolism, biotechnology, and benefits for nutrition and health. *Progress in Lipid Research*, 70, 62-93. DOI:10.1016/j.plipres.2018.04.004

Saini, R.K., Prasad, P., Lokesh, V., Shang, X., Shin, J., Keum, Y.S. and Lee, J.H., 2022. Carotenoids: Dietary Sources, Extraction, Encapsulation, Bioavailability, and Health Benefits-A Review of Recent Advancements. *Antioxidants (Basel)*, 11(4), 795. DOI:10.3390/antiox11040795

Sefc, K.M., Brown, A.C. and Clotfelter, E.D., 2014. Carotenoid-based coloration in cichlid fishes. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology*, 173, 42-51. DOI:10.1016/j.cbpa.2014.03.006

Sun, X., Chang, Y., Ye, Y., Ma, Z., Liang, Y. and Li, T., 2012. The effect of dietary pigments on the coloration of Japanese ornamental carp (koi, *Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 62, 342-368.

Swain, S., Acharya, A.P. and Mohanty, B., 2020. Use of carotenoid supplementation for enhancement of pigmentation in ornamental fishes. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(6), 636-640.

Swian, H., Senapati, S.R., Meshram, S.J., Mishra, R., and Murthy, H.S., 2014. Effect of dietary supplementation of marigold oleoresin on growth, survival and total muscle carotenoid of Koi carp, *Cyprinus carpio* L. *Journal of Applied and Natural Science*, 6(2), 430-435.

Tejera, N., Cejas, J.R., Rodríguez, C., Bjerkeng, B., Jerez, S. and 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.

Ukiya, M., Akihisa, T., Yasukawa, K., Tokuda, H., Suzuki, T. and Kimura, Y., 2006. Anti-inflammatory, anti-tumor-promoting, and cytotoxic activities of constituents of marigold (*Calendula officinalis*) flowers. *Journal of Natural Products*, 69(12), 1692-1696. DOI:10.1021/np068016b

Wade, N.M., Budd. A., Irvin. S., and Glencross, B.D., 2016. The combined effects of diet, environment and genetics on pigmentation in the giant tiger prawn, *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 449, 78-86.

Wang, Yi-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*, 261(2), 641-648. DOI:10.1016/j.aquaculture.2006.08.04

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(3), 282-288.

Yabuzaki, J., 2017. Carotenoids database: Structures, chemical fingerprints and distribution

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.1]

among organisms. *Database*, 1, 1-11. DOI:10.1093/database/bax004

Yanar, Y., Büyükçapar, H., Yanar, M. and 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.

Yi, X., Xu, W., Zhou, H., Zhang, Y., Luo, Y., Zhang, W. and Mai, K., 2014. Effects of dietary astaxanthin and xanthophylls on the growth and skin pigmentation of large yellow croaker *Larimichthys crocea*. *Journal of Applied Ichthyology*, 433, 377-383. DOI:10.1111/jai.12763

Yoshikawa, M., Murakami, K. and Kageura, M., 2001. Medicinal flowers. III. Marigold. (1): hypoglycemic, gastric emptying inhibitory, and gastroprotective principles and new oleanane-type triterpene oligolycosides, calendasaponins A, B, C, and D, from Egyptian *Calendula officinalis*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 49(7), 863-870. DOI:10.1248/cpb.49.863

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.1]

A Review on the Function of Carotenoid Supplements in Improving Skin Pigmentation and Growth of Ornamental Aquatic Animals

Radkhah A.R.[1]; Eagderi S.[1*]; Poorbagher H.[1]; Moezzi A.[1]

*soheil.eagderi@ut.ac.ir

1-Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Abstract

Carotenoids are a group of natural fat-soluble pigments that are mainly produced from natural sources such as plants and animals, however, carotenoids are also synthetically produced and used in various sectors of the aquaculture industry. The present study was conducted with the aim of investigating the function of carotenoid supplements in improving skin pigmentation and growth of aquatic animals, especially fish. One of the most important functions of carotenoids is their pseudo-antioxidant function against free radicals and oxidizing agents, increasing the body's immunity against bacterial and fungal diseases. In addition, they play a vital role in improving the growth, survival and reproduction of aquatic animals, as well as, interfering with the infant stages or the early stages of feeding. So far, various researches have been reported about the addition of carotenoid supplements to the diet of aquatic animals, which have had positive and significant effects on improving skin color and also increasing the growth of many aquatic species. Among these aquatic species are Atlantic salmon (*Salmo salar*), Red tilapia (O*reochromis niloticus*), *Hyphessobrycon callistus*, koi carp (*Caprinus carpio* L.), goldfish (*Carassius auratus*), rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Larimichthys crocea*, green swordtail (*Xiphophorus hellerii*), bighead catfish (*Clarias macrocephalus*) and channel catfish (*Ictalurus punctatus*). The results showed that regarding the adverse effects of artificial carotenoids on the growth of aquatic animals, it is necessary to use plant sources in aquatic food in order to improve the color of the skin and also to increase the growth and survival rate of aquatic animals in aquarium environments. The present study focuses on the extraction of carotenoids from plant sources, including various microalgae such as *Haematococcus pluvialis*, *Chlorella vulgaris*, *Dunaliella salina*, and A*rthrospira maxima* in the implementation of this matte. The implementation of these activities can help to further promote the ornamental aquatic industry at the international level and also to create sustainable employment in Iran.

Keywords: Carotenoid, Ornamental fish, Pigment, Astaxanthin, Growth

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.22034/11.3.1]