مقاله علمی–ترویجی

کاربرد جلبک‌ها در جیره غذایی و بهبود رنگ ماهیان زینتی

زهرا امینی خوئی*[۱]، الناز عرفانی فر[۱]، اشکان اژدری[۱]، سلیم جدگال[۱]، امام بخش دلوکیان[۱]

*zamini.41@gmail.com

۱- مرکز تحقیقات شیلاتی آبهای دور ، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، چابهار، ایران، صندوق پستی: ۷۹۴۱۷-۹۹۷۱۷

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۹

چکیده

ماهیان زینتی محبوب ترین حیوانات خانگی در بیشتر مناطق دنیا هستند. تجارت ماهیان زینتی دریایی از حدود سال ۱۹۳۰، آغاز شده و در سال‌های اخیر گسترش قابل ملاحظه ای داشته و نگهداری آنها آکواریم های خانگی و فضاهای عمومی رایج گردیده است. تجارت بین‌المللی آبزیان زینتی یک صنعت جهانی و چند میلیارد دلاری است که قسمت اعظم آن مربوط به ماهیان مناطق مرجانی است که از منطقه اقیانوس هند-آرام (ایندو-پسفیک) و کارائیب صید شده و به بازار آمریکا و اروپا عرضه می شود. برای افزایش بازار پسندی و بالابردن کیفیت رنگ و سطح سلامت در آبزیان زینتی نیاز به استفاده از جیره های غذایی سالم و طبیعی می باشد. در این میان جلبک‌ها، به دلیل داشتن رنگدانه‌های کلروفیل، کارتنوئید و آستاگزانتین و سایر ترکیبات سودمند مانند اسیدهای چرب غیراشباع و پروتئین بالا منبع بسیار مناسبی برای استفاده به عنوان غذای اصلی یا مکمل در خوراک آبزیان زینتی می‌باشند. در این مطالعه مروری سعی خواهد شد، به بررسی مطالعات صورت گرفته در مورد تاثیر استفاده از جلبک‌ها در جیره غذایی آبزیان زینتی پرداخته شود.

کلمات کلیدی: ماهیان زینتی، جلبک، جیره غذایی، رنگ، بازارپسندی

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

[DOR: 20.1001.1.24234575.1400.8.1.1.5]

مقدمه

نگهداری ماهیان زینتی در آسیا قدمت بسیار دیرینه دارد. اما این امر در اروپا از اوایل قرن ۱۷ آغاز شده است. تجارت ماهیان زینتی از سال ۱۹۳۰ و از کشور سریلانکا آغاز شد به‌طوری‌که برای نخستین بار ماهی‌های صخره های مناطق مرجانی صید و جمع آوری شده و برای نگهداری به آکواریوم ها به طور ویژه برای کشورهای اروپایی به عنوان بازار هدف صادر شدند. در دهه ۱۹۵۰، با افزایش فرصت حمل و نقل هوایی در جهان این صنعت اهمیت اقتصادی بیشتری یافته تا جایی که امروزه خرید و فروش آبزیان زینتی بازار گسترده‌ای در جهان یافته است و در حدود ۵۰ کشور در این صنعت فعال می‌باشند (Biondo and Burki, 2019). حجم تجارت ماهیان زینتی دریایی سالانه بیش از یک میلیارد دلار ارزیابی شده است. در حال حاضر، قاره اروپا وارد کننده عمده ماهی‌های مناطق مرجانی است و از سیستم های پیشرفته کنترل و نظارت بر تجارت حیوانات زنده در جهت پیشگیری از بیماری‌ها آنها استفاده می شود. ایالات متحده سالانه حدود ۱۰ میلیون نمونه دریایی وارد می‌کند. حجم تجارت به اروپا طی سال های ۲۰۱۷-۲۰۱۴ حدود ۴ میلیون ماهی تزئینی دریایی در سال تخمین زده شده است (Calado *et al.*, 2017).

اما این نکته را باید در نظر داشت که برداشت بی‌رویه ماهیان زینتی از صخره‌های مرجانی منجر به تهدید این اکوسیستم و کاهش تنوع زیستی و در نتیجه خطر انقراض این ماهی‌ها خواهد شد و این صنعت را با چالش‌های جدی مواجه خواهد ساخت. تخمین زده شده است که سالانه حدود ۷۳٪ از ماهیان زینتی تجاری (آب شیرین و دریایی) در سطح جهان هنگام حمل و نقل از بین می‌روند. بنابراین، میزان مرگ و میر در زنجیره تأمین یکی از نگرانی‌های اصلی مرتبط با این تجارت بین‌المللی است (Biondo and Burki, 2020). پرورش ماهیان زینتی مانند گوپی، دم شمشیر و مولی اکنون در کشورهایی مانند سنگاپورگسترش یافته است. برخی از گونه‌هایی که به عنوان ماهی‌های زینتی مورد استفاده قرار گیرند، ممکن است به عنوان ماهی‌های مورد استفاده برای جیره غذایی سایر ماهیان پرورشی مورد بهره‌برداری قرار گیرند. برای مثال، ماهی پاکو سیاه (*Colossoma macropomum*) یکی از مهمترین ماهی‌های حوزه آمازون است که در شرایط آزمایشگاهی می‌تواند به ۱ متر و ۳۰ کیلوگرم برسد (Van der Meer *et al*., 1995, 1997).

چالش‌های موجود بر سر راه تکثیر و پرورش ماهیان زینتی

با توجه به مشکلات صید بی‌رویه و برداشت از محیط طبیعی، تکثیر و پرورش مصنوعی ماهیان زینتی راهکاری مناسب برای توسعه پایدار این صنعت می‌باشد. تاکنون مطالعات زیادی در زمینه‌های تکثیر و اصلاح نژاد، تغذیه لارو و مدیریت بهداشتی پرورش ماهیان زینتی صورت گرفته است (Gisondo, 2014). اما در این راه چالش‌هایی وجود دارد که تولید تجاری ماهیان زینتی را با محدودیت مواجه ساخته است و از جمله آنها دسترسی بالقوه به غذای زنده، یافتن واریته یا گونه‌های مناسب پرورش، عدم اطلاعات کافی در مورد تکنیک‌های تکثیر می‌باشد (Calado *et al*., 2017). به طور کلی، تهیه خوراک برای بیشتر ماهیان پرورشی مسئله‌ای اساسی بوده است که از نیمه دوم دهه ۱۸۰۰ با آغاز پرورش ماهیان برای تولید کنندگان ماهی قزل آلا وجود داشت. برای اولین بار آنها از خوراک‌های مختلف از جمله گوشت اسب پیر، کبد، کلیه و طحال خوک‌ها، گاوها، گوسفندها و ماهی‌های دریایی تازه استفاده کردند. اما توجه و تمرکز بر تغذیه ماهی به عنوان یک علم از سال ۱۹۲۷ آغاز شد و محققین زیادی در این زمینه اطلاعاتی به‌دست آوردند (Hamre *et al*., 2013). اکثر تحقیقات بر نیازمندی های غذایی ماهی‌های مهم تجاری، از جمله ماهی‌های قزل آلا، گربه ماهی، تیلاپیا و ماهی کپور انجام شده است (Blessy *et al*., 2017). در مقابل، تغذیه ماهیان زینتی علمی بسیار جوان است و الزامات مربوط به رشد مطلوب هر یک از گونه‌های تزئینی هنوز تا حدود زیادی ناشناخته باقی مانده است. گونه‌های تزئینی در طبیعت چه می‌خورند؟ آیا می‌توان به طور کلی گفت گوشتخوار، همه چیزخوار، گیاهخوار هستند یا خوراک تخصصی‌تری دارند؟ برای مثال، ماهی Gray angelfish در درجه اول از اسفنج‌های دریایی مصرف می‌کند. در مرحله بعد آناتومی ماهی باید در نظر گرفته شود. چه نوع دهانی دارد؟ محل قرارگیری و اندازه آنها اغلب سرنخی برای تعیین منابع غذایی

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

[DOR: 20.1001.1.24234575.1400.8.1.1.5]

است. بیشتر ماهیان آکواریومی پرورشی عادات غذایی همه چیزخوار دارند (Velasco-Santamaría and Corredor-Santamaría, 2011).

برخی تحقیقات در مورد میزان مواد مغذی (پروتئین، مواد معدنی) مورد نیاز ماهیان تزئینی آب شیرین به طور عمده در سنگاپور، با تأکید بر تهیه خوراک زنده در مراحل اولیه چرخه زندگی، انجام شده است. نیازهای پروتئین از حدود ۳۰٪برای ماهی قرمز همه چیزخوار (*Carassius auratus*) تا ۵۰٪ برای ماهی گوشتخوار (*Symphysodon aequifasciata*) متفاوت بود. انرژی مورد نیاز ماهیان زینتی از ۰/۰۶۸ کیلوژول در روز برای (*Paracheirodon innesi*) تا ۰/۵۱ کیلوژول در روز برای گورامی مهتابی (*Trichogaster microlepsis*) در دمای آب ۲۶ درجه سانتی‌گراد متفاوت بود (Pannevis and Earle, 1994).

چالش اصلی در بخش تکثیر و تولید ماهیان زینتی مربوط به دشواری پرورش لارو است و یک عامل مهم در مرگ و میر طی پرورش لارو، عدم تامین نیازمندی‌های اصلی در غذای زنده مورد استفاده است (Abowei and Ekubo, 2011). رایج‌ترین غذای زنده مورد استفاده در پرورش این آبزیان روتیفر، *Brachionus* spp و *Artemia* spp. هستند، اما این زئوپلانکتون‌ها دارای مقدار کافی مواد مغذی ضروری مورد نیاز برای لارو ماهی ها نیستند (Woods, 2003). برای مثال، میزان اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره و فسفولیپیدها در این منابع بسیار کم و ناکافی است و نیازمندی واقعی را تامین نمی‌کند. بنابراین، تامین غذای مناسب مرحله لاروی عامل مهمی در توسعه و گسترش صنعت تکثیر این آبزیان محسوب می‌شود (Alagawany *et al*., 2020). برای رسیدن به این هدف استفاده از غذاهای مناسب که رنگ طبیعی و مورد نظر مشتریان را حفظ کرده باشند، ضروری به‌نظر می‌رسد. تغذیه ماهیان زینتی با استفاده از غذاهای زنده و طبیعی یا کنسانتره با ترکیب رنگدانه‌های سنتز شده شیمیایی صورت می گیرد. اما آنچه که در این صنعت مهم است غذای مصرفی علاوه بر افزایش رشد و ایمنی باید رنگ بسیار شفافی در ماهیان زینتی نیز ایجاد کند. یکی از عوامل اصلی تاثیرگذار بر کیفیت رنگ و شفافیت آبزیان زینتی مصرف خوراک با کیفیت و با محتوی بالای ترکیبات سودمند است (Basford *et al*., 2020). جلبک‌ها به دلیل داشتن رنگدانه‌هایی که باعث بهبود رنگ، بقاء و سرعت رشد می‌شوند، به عنوان خوراک زنده عالی شناخته شده‌اند. پتانسیل آنها به عنوان مکمل‌های خوراکی به دلیل مقادیر بالای اسیدهای چرب، پلی ساکاریدها، ویتامین‌ها، مواد معدنی و اسیدهای آمینه ضروری و رنگدانه‌هاست (مانند کلروفیل و کاروتنوئیدها). آنها همچنین ممکن است به عنوان جایگزینی جزئی برای پروتئین‌های معمولی استفاده شوند (Chaumont, 1993; Ferreira *et al*., 2009; Sathasivam *et al*., 2019).

قابلیت جلبک‌ها برای استفاده در جیره غذایی ماهیان زینتی

ارزش غذایی جلبک‌ها

ارزش غذایی جلبک‌ها بسیار متغیر است و با توجه به گونه برداشت شده یا پرورشی، محل برداشت و روش‌های پرورش میزان ترکیبات آنها تفاوت قابل ملاحظه‌ای با یکدیگر دارند. ریزجلبک‌ها از لیپیدها به عنوان منبع انرژی یا در تشکیل غشاء سلولی استفاده می‌کنند. درصد محتوای لیپید در زیست توده خشک ریز جلبک‌ها با توجه به محیط کشت ممکن است ۷۵-۱/۵۵٪ باشد (Becker, 2004). جلبک‌ها به عنوان منبع غذایی اساسی در نظر گرفته نمی‌شوند، زیرا مقادیر زیادی زیست‌توده مورد نیاز است. با این حال، حتی در مقادیر کم روند رشد، تعداد تخم و عملکرد تولید مثل ماهی‌های مختلف را بهبود بخشیده‌اند (Borowitzka, 2013). جلبک‌ها منبع ارزشمندی از کلیه مواد مغذی ضروری از جمله اسید چرب غیر اشباع بلند زنجیره، ویتامین ها و مواد معدنی هستند. تقریباً یک پنجم از کل ۵ میلیون کیلوگرم زیست توده جلبکی تولیدی در هر سال برای تغذیه ماهی‌ها و سایر آبزیان در کارگاه‌های تکثیر آبزی‌پروری استفاده می‌شود (Santhakumaran *et al*., 2020).

رنگدانه ها

جلبک‌ها مزایای زیادی نسبت به گیاهان عالی دارند. برای مثال، ریز جلبک‌ها دارای بهره‌وری بسیار بالا (سرعت رشد بالا، دو برابرشدن زیست توده هرچند ساعت تا چند روز) دارند. علاوه براین، کشت جلبک‌ها نیاز به زمین کشاورزی یا آب

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

[DOR: 20.1001.1.24234575.1400.8.1.1.5]

شیرین ندارد و آنها را می‌توان در استخر کم عمق با زمین غیر قابل کشت با استفاده از آب شور یا لب شور کشت داد. تولید زیست توده از جلبک‌ها تکنولوژی جدیدی نیست و استفاده انسان از آنها سابقه‌ای طولانی دارد (Spolaore *et al.*, 2006). اولین استفاده انسان از جلبک‌ها به عنوان ماده غذایی میکروجلبک نوستوک به عنوان منبع پروتیئنی در مکزیک بوده است. در کشورهای آسیایی مانند چین، ژاپن و کره استفاده از جلبک‌ها بسیار معمول و متداول است (Tredici *et al.*, 2009). در خصوص استفاده از ترکیبات جلبک‌ها در ماهیان زینتی به‌نظر می‌رسد که نخستین کاربرد از آنها به استفاده از رنگدانه‌های این گیاهان دریایی برای افزایش رنگ ظاهری و بالابردن زیبایی ظاهری ماهیان زینتی مربوط می‌شود. کمپلکس پروتئینی کاروتنوئید و کاروتنوئیدهای غذایی منبع اصلی رنگدانه‌سازی پوست ماهیچه و ماهیچه‌ها هستند (Sales, 2003).

رنگ پوست ماهی‌ها عمدتاً به دلیل وجود کروماتوفورهایی است که حاوی رنگدانه‌هایی از جمله ملانین، پتریدین، پورین و کاروتنوئید هستند. گونه‌های مختلف مکانیسم متابولیسم و ذخیره کاروتنوئیدها متفاوتند. رنگ، یکی از عوامل عمده در تعیین قیمت و بازار ماهیان آکواریومی است. ماهی‌های رنگی در طبیعت وقتی به شرایط پرورش متراکم منتقل می‌شوند، دچار رنگ پریدگی و کدر شدن پوست می‌گردند، لذا، استفاده از ترکیباتی که سبب بازگرداندن رنگ طبیعی به ماهیان زینتی پرورشی گردد، دارای اهمیت زیادی است (Velasco-Santamaría and Corredor-Santamaría, 2011). استخراج انواع رنگدانه‌های طبیعی به‌خصوص رنگدانه‌های کاروتنوئیدی از جلبک‌ها به دلیل ارزش غذایی و دارویی قابل توجه و جایگزینی آنها با رنگدانه‌های صنعتی مورد استفاده در آبزی‌پروری به‌ویژه مورد نظر محققین و بهره‌برداران قرار گرفته است. رنگدانه‌های جلبک‌ها شامل سه گروه عمده کلروفیل‌ها، کاروتنوئیدها و فیکوبیلی پروتئین‌ها می‌باشند. جلبک‌های قهوه‌ای به دلیل داشتن مقدار زیادی رنگدانه‌های گزانتوفیل و فوکوزانتین، دارای رنگ قهوه‌ای بوده و جلبک‌های قرمز به دلیل داشتن مقدار زیادی رنگدانه‌های فیکواریترین و فیکوسیانین دارای رنگ قرمز می‌باشند (Dawczynski *et al.*, 2007). کاروتنوئیدها همچنین دارای ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی بسیار خوبی هستند. دانشمندان مختلف مشاهده کرده‌اند که اگر ماهی با استفاده از خوراک غنی شده با رنگدانه‌ها، افزایش رنگ انجام دهد، قطعاً کیفیت و هزینه ماهی بهبود می‌یابد (Yadav and Sen, 2018).

ماهیان همانند سایر حیوانات قادر به سنتز کاروتنوئیدها نمی‌باشند و رنگ‌پذیری آنها بستگی به میزان کاروتنوئیدهای موجود در جیره غذایی دارد. لذا، پرورش‌دهندگان ماهیان زینتی همواره درصدد استفاده از رنگدانه‌های طبیعی برای افزایش رنگ پوست ماهی‌ها می‌باشند. علاوه بر آن، رنگدانه‌های مصنوعی در بسیاری موارد آثار سوء بر سلامت ماهی داشته و سبب کاهش ایمنی و ایجاد بیماری در آنها می‌گردد (Ramamoorthy *et al.*, 2010). از میان جلبک‌های مورد مصرف برای ماهیان زینتی می‌توان به گونه‌های مختلفی از جمله ریزجلبک‌ها *Spirulina platensis*، *Proteomonas sulcata*، *Dunaliella* sp. و *Chlorella* sp.، *Chaetoceros* sp.، *Tetraselmis* sp. و *Pavlova* sp. و ماکروجلبک‌ها مانند *Sargassum angustifolium* و *Laurencia snyderia* اشاره کرد. *Chlorella vulgaris* به عنوان یک ترکیب کننده رنگدانه کارآمد در ماهی قزل آلای رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss*، سی بریم *Sparus aurata* و کوی ماهی کپور *Cypinus carpio* و ماهی قرمز *Carassius auratus* گزارش شده است (Roy and Shah *et al.*, 2018; Pal., 2015).

گونه‌های ریزجلبک مانند کلرلا، اسپیرولینا و دونالیلا که امروزه استفاده تجاری وسیعی دارند به این دلیل حائز اهمیت هستند که قادرند بدون آن‌که سایر گونه‌های ریزجلبک و پروتوزوآها آنها را آلوده کنند، در محیط‌های کشت انتخابی سیستم‌های رو باز رشد نمایند (Spolaore *et al.*, 2006). برای مثال، کلرلادر محیط کشت غذایی غنی، اسپیرولینا در pH های بسیار قلیایی و غلظت زیادی بیکربنات و دونالیلا در غلظت بالای نمک به‌خوبی رشد می کنند (Belay, 1997; Maruyama *et al.*, 1997; Yuan *et al.*, 2019).

اسیدهای چرب غیراشباع ضروری

اسیدهای چرب اشباع نشده همان اسیدهای چرب ضروری هستند که نه از طریق ماهی و نه به طور کلی همه حیوانات

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

[DOR: 20.1001.1.24234575.1400.8.1.1.5]

قابل تولید نیستند و باید از طریق رژیم غذایی تأمین شوند. میزان نیازمندی هر آبزی برای اسیدهای چرب غیراشباع متفاوت و منحصربه‌فرد است. برای مثال، ماهیان دریایی نیاز بیشتری به افزودن اسید چرب غیراشباع در جیره غذایی خود دارند و در مقابل ماهیان آب شیرین نیاز کمتری به این ترکیبات از طریق غذا دارند که دلیل آن هم تفاوت در توانایی ذاتی ماهی در متابولیسم این اسیدهای چرب، از نظر آنابولیک یا کاتابولیک است. در این زمینه مطالعه Blessy و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که ماهی زینتی (*Daniorerio rerio*) تغذیه شده با رژیم غذایی همراه با روغن *Tetraselmis* sp.، رشد خوب و تولید رنگدانه مناسبی داشته است. Sipaúba-Tavares و همکاران (۲۰۱۹) ریز جلبک *Ankistrodesmus gracilis* را ماده غذایی مناسبی برای ماهی زینتی *Xiphophorus maculatus* تشخیص دادند.

نتیجه گیری نهایی

پرورش ماهیان زینتی یک صنعت درآمدزا و اشتغال زا در سطح جهانی است که در سالهای اخیر پیشرفت های قابل توجهی داشته است. در حال حاضر، یکی از مهمترین چالش‌های این صنعت تامین مواد غذایی مناسب برای حفظ رنگ طبیعی و ظاهر زیبای آنها در شرایط نگهداری درآکواریم است. نتایج مطالعات مختلف نشان داده است استفاده از جلبک‌ها به دلیل داشتن رنگدانه‌های طبیعی در جیره غذایی ماهیان زینتی علاوه بر حفظ رنگ پوست، سبب افزایش میزان رشد و بالابردن ایمنی و سلامت آنها می‌گردد. بنابراین، پیشنهاد می‌گردد از جلبک‌ها به طور مستقیم یا برای غنی‌سازی زئوپلانکتون‌های مورد مصرف ماهیان زینتی استفاده گردد. موثرترین رنگدانه برای مصرف در جیره غذایی کاروتنوئیدها هستند که به طور عمده در ریزجلبک دونالیلا سالینا وجود دارد.

منابع

Abowei, J. and Ekubo, A., 2011. A review of conventional and unconventional feeds in fish nutrition. *British Journal of Pharmacology and Toxicology*, 2(4): 179-191.

Alagawany, M., Farag, M.R., Abdelnour, S.A., Dawood, M.A., Elnesr, Sh.S. and Dhama, K., 2020. Curcumin and its different forms: A review on fish nutrition. *Aquaculture*: 736030.

Basford, A.J., Mos, B., Francis, D.S., Turchini, G.M., White, C.A. and Dworjanyn, S., 2020. A microalga is better than a commercial lipid emulsion at enhancing live feeds for an ornamental marine fish larva. *Aquaculture*, 523: 735203.

Becker, W., 2004. 18 Microalgae in Human and Animal Nutrition. *Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycology*: 312.

Belay, A., 1997. Mass culture of Spirulina outdoors—the Earthrise Farms experience. *Spirulina platensis*, 1(1): 131-158.

Biondo, M.V. and Burki, R.P., 2019. Monitoring the trade in marine ornamental fishes through the European Trade Control and Expert System TRACES: Challenges and possibilities. *Marine Policy*, 108: 103620.

Biondo M.V. and Burki R.P., 2020. A systematic review of the ornamental fish trade with emphasis on coral reef fishes—an impossible task. *Animals*, 10(11): 2014.

Blessy, G., Ajan, C., Citarasu, T. and Michael, B.M., 2017. Effect of Algal Oil Incorporated Diet on Growth Biochemical and Immunological Response in Ornamental Fish Daniorerio rerio. *J Aquac Res Developmet*, 8(486): 2.

Borowitzka, M.A., 2013. High-value products from microalgae—their development and commercialisation. *Journal of applied phycology*, 25(3): 743-756.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-11]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1400.8.1.1.5]

Calado, R., Olivotto, I., Oliver, M.P. and Holt, G.J., 2017. *Marine ornamental species aquaculture*: John Wiley & Sons.

Chaumont, D., 1993. Biotechnology of algal biomass production: a review of systems for outdoor mass culture. *Journal of applied phycology*, 5(6): 593-604.

Dawczynski, Ch., Schubert, R. and Jahreis, G., 2007. Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food chemistry*, 103(3): 891-899.

Ferreira, M., Coutinho, P., Seixas, P., Fábregas, J. and Otero, A., 2009. Enriching rotifers with "premium" microalgae. Nannochloropsis gaditana. *Marine Biotechnology*, 11(5): 585-595.

Gisondo, A., 2014. Assessing the scalability of small-scale ornamental mariculture as an alternative livelihood to fishing in the Spermonde Archipelago, Southwest Sulawesi, Indonesia (Doctoral dissertation, Duke University).

Hamre, K., Yúfera, M., Rønnestad, I., Boglione, C., Conceição, L.E. and Izquierdo, M., 2013. Fish larval nutrition and feed formulation: knowledge gaps and bottlenecks for advances in larval rearing. *Reviews in Aquaculture*, 50: S26-S58.

Maruyama, I., Nakao, T., Shigeno, I., Ando, Y. and Hirayama, K., 1997. Application of unicellular algae Chlorella vulgaris for the mass-culture of marine rotifer Brachionus *Live Food in Aquaculture* (pp. 133-138): Springer.

Pannevis, M.C. and Earle, K.E., 1994. Maintenance energy requirement of five popular species of ornamental fish. *The Journal of nutrition*, 124(suppl_12): 2616S-2618S.

Ramamoorthy, K., Bhuvaneswari, S., Sankar, G. and Sakkaravarthi, K., 2010. Proximate composition and carotenoid content of natural carotenoid sources and its colour enhancement on marine ornamental fish Amphiprion ocellaris (Cuveir, 1880). *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 2(6): 545-550.

Roy, S.S. and Pal, R., 2015. *Microalgae in aquaculture: a review with special references to nutritional value and fish dietetics.* the Proceedings of the Zoological Society.

Sales, J., 2003. Nutrient requirements of ornamental fish. *Aquatic Living Resources*, 16(6): 533-540.

Santhakumaran, P., Ayyappan, S.M. and Ray, J.G., 2020. Nutraceutical applications of twenty-five species of rapid-growing green-microalgae as indicated by their antibacterial, antioxidant and mineral content. *Algal Research*, 47: 101878.

Sathasivam, R., Radhakrishnan, R., Hashem, A. and Abd-Allah, E.F., 2019. .Microalgae metabolites: A rich source for food and medicine. *Saudi journal of biological sciences*, 26(4): 709-722.

Shah, M.R., Lutzu, G.A., Alam, A., Sarker, P., Chowdhury, M.K., Parsaeimehr, A., Liang, Y. and Daroch, M., 2018. Microalgae in aquafeeds for a sustainable aquaculture industry. *Journal of applied phycology*, 30(1): 197-213.

Sipaúba-Tavares, L.H., Fernandes, J.B., Melo-Santos, G.L. and Scardoeli-Truzzi, B., 2019. Microalgae Ankistrodesmus gracilis as feed

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-11]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1400.8.1.1.5]

ingredient for ornamental fish Xiphophorus maculatus. International Aquatic Research, 11(2), pp.125-134.

Spolaore, P., Joannis-Cassan, C., Duran, E. and Isambert, A., 2006. Commercial applications of microalgae. *Journal of bioscience and bioengineering,* 101(2): 87-96.

Tredici, M., Biondi, N., Ponis, E., Rodolfi, L. and Zittelli, G.C., 2009. Advances in microalgal culture for aquaculture feed and other uses *New technologies in aquaculture* (pp. 610-676): Elsevier.

Van Der Meer, M., Machiels, M. and Verdegem, M., 1995. The effect of dietary protein level on growth, protein utilization and body composition of Colossoma macropomum (Cuvier). *Aquaculture Research,* 26(12): 901-909.

Van Der Meer, M., Van Herwaarden, H. and Verdegem, M., 1997. Effect of number of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of Colossoma macropomum (Cuvier). *Aquaculture Research,* 28(6): 419-432.

Velasco-Santamaría, Y. and Corredor-Santamaría, W., 2011. Nutritional requirements of freshwater ornamental fish: a review. *Revista MVZ Córdoba,* 16(2): 2458-2469.

Woods, C.M., 2003. Effects of varying Artemia enrichment on growth and survival of juvenile seahorses, Hippocampus abdominalis. *Aquaculture,* 220(1-4), 537-548.

Y**adav, G. and Sen, R., 2018.** Sustainability of Microalgal Biorefinery: Scope, Challenges, and Opportunities *Sustainable Energy Technology and Policies* (pp. 335-351): Springer.

Yuan, D., Yao, M., Wang, L., Li, Y., Gong, Y. and Hu, Q., 2019. Effect of recycling the culture medium on biodiversity and population dynamics of bio-contaminants in Spirulina platensis mass culture systems. *Algal Research,* 44: 101718.

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

[DOR: 20.1001.1.24234575.1400.8.1.1.5]

The use of algae in the diet and improving the color of ornamental fish

Aminikhoei Z.[1*]; Erfanifar E.[1]; Ajdari A.[1]; Jadgal S.[1], Dolukian I.[1]

[*]zamini.41@gmail.com

1-Chabahar Offshore Fisheries Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Chabahar, Iran.

Abstract

Ornamental fish are the most popular pets in most parts of the world. The trade in ornamental marine fish began around 1930, and has expanded significantly in recent years, with the maintenance of home aquariums and public spaces. International ornamental fish trade is a multibillion-dollar global industry, much of which is in coral reefs caught in the Indo-Pacific and Caribbean and marketed in the United States and Europe. To increase marketability and improve the quality of color and health in ornamental aquatic animals, it is necessary to use healthy and natural diets. Algae, due to the presence of chlorophyll pigments, carotenoids and astaxanthin and other beneficial compounds such as unsaturated fatty acids and high protein are a very good source for use as a main food or supplement in ornamental aquatic feed. In this review study, we will try to review the studies on the effect of the use of algae in the diet of ornamental aquatic animals.

Keywords: Ornamental fish, Algae, Diet, Color, Marketing

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

[DOR: 20.1001.1.24234575.1400.8.1.1.5]