

معرفی صفات ریخت‌شناسی و مراحل تکوین لاروی ماهی آروانا (*Arowana*)

محمد سوداگر*، عاطفه کارآمد، حمیده نکریائی^۱

۱- گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

*sudagar_m@yahoo.com

تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۴

چکیده

ماهی آروانا یکی از معروف‌ترین و زیباترین گونه‌های آکواریومی و گوشت‌خوار می‌باشد که در رنگ‌های متفاوت یافت می‌شود. تغذیه این ماهی از میگوهای فریز شده، کرم‌های خونی و لارو ماهیان کوچک‌تر می‌باشد. این گونه با ارزش در سطوح بالایی آب شنا کرده و پرش‌های بلند از خصوصیات غریزی و خصلت‌های طبیعی آن‌ها به شمار می‌رود. ماهی آروانا از جمله گونه‌های تخم‌گذار بوده که لاروهای آن‌ها دارای کیسه زرده بسیار بزرگی می‌باشد. مدت زمان لازم برای عبور از مرحله لاروی ۷ تا ۸ هفته بوده که در این مدت نوزاد از اندوخته غذایی بسیار بزرگی که همراه دارد، تغذیه می‌نماید. هدف از تحقیق حاضر، بررسی خصوصیات ریخت‌شناسی و تبیین مراحل تکوین لاروی ماهی آروانا و معرفی آن به‌عنوان گونه‌ای مهم از خانواده بسیار بزرگ ماهیان زینتی و تجاری با ارزش می‌باشد.

کلمات کلیدی: ماهی آروانا، ریخت‌شناسی، تکوین، پرورش لاروی.

مقدمه

صنعت آبی پروری در سال‌های اخیر رشد و توسعه گسترده‌ای داشته است به طوری که نرخ رشد سالانه آن در سال ۲۰۱۴ از سایر صنایع غذایی بیشتر بوده است (FAO, 2014)؛ به علاوه، امروزه یکی از پرطرفدارترین سرگرمی‌ها در دنیا نگهداری ماهی‌های زینتی می‌باشد که باعث رونق تجارت جهانی این صنعت شده است (بهمنی و حسنعلی پور، ۱۳۹۲) تجارت ماهیان زینتی دارای تنوع زیستی بسیار بزرگی است (Tlusty et al., 2013) و ارزشی معادل ۱۵-۳۰ هزار میلیون دلار (Penning et al., 2009) و حدود ۵۳۰۰ گونه ماهی آب شیرین و ۱۸۰۲ گونه ماهی آب شور را در بر گرفته است (Hensen et al., 2010; Rhyne et al., 2012a) که این آمار در سال ۲۰۱۰ برابر ۳۴۲ میلیون دلار بوده است (Tissera, 2012). علی‌رغم این که نگهداری ماهیان زینتی در گذشته جنبه تجملاتی و تفننی داشته ولی، در حال حاضر در اکثر کشورها از جمله ایران جنبه اقتصادی آن از اهمیت بالاتری برخوردار می‌باشد (رامین و دوستدار، ۱۳۹۳). ماهیان زینتی جزو با ارزش‌ترین آبزیان از نظر قیمت به ازای واحد وزن بدن به حساب می‌آیند به طوری که ملاک ارزش گذاری آن‌ها بیش‌تر به پارامترهایی مانند: زیبایی، فراوانی و اندازه آنان مربوط بوده و از نظر پراکندگی جغرافیایی اغلب این ماهیان عمدتاً در مناطق استوایی یافت می‌شوند (امینی، ۱۳۸۵)؛ با این وجود، تعداد گونه‌های ماهی زینتی وارداتی در ایران بسیار محدود می‌باشد (مهبینی، ۱۳۸۸). تکثیر و پرورش ماهیان زینتی به علت ظاهر زیبا، اندازه‌ی کوچک و نگهداری آسان و در حجم کم، در چند دهه‌ی اخیر، از رونق چشم‌گیری برخوردار بوده و در سراسر جهان تجارتی رو به رشد دارا می‌باشند (سید مرتضایی و همکاران، ۱۳۸۶). در این راستا تعداد زیادی از گونه‌های آبی به منظور آبی‌پروری تجاری و یا زینتی مورد پرورش قرار گرفته‌اند (فیروزبخش و همکاران، ۲۰۱۱).

خانواده‌ی Osteoglossidae یا زبان استخوانی‌ها یکی از خانواده‌هایی است در آب‌های شیرین گرمسیری و نیمه گرمسیری وجود دارند. این خانواده دارای اهمیت بالایی برای زیست‌شناسی تکاملی است و در قاره‌های آسیا، آمریکا و آفریقا وجود دارد (Nelson, 2005; Wilson and Murray, 2008). آروانای آسیایی که با نام اژدها ماهی شناخته می‌شود، یکی از گونه‌های بسیار معروف این خانواده بزرگ بوده که با توجه به نادر بودن آن در زیستگاه‌های طبیعی در نتیجه برداشت بیش از حد و اثرات تغییر زیستگاه، به عنوان یکی از گونه‌های ماهی در لیست گونه‌های در معرض خطر انقراض قرار دارد (Greenwood et al., 1996) و قوانین سازمان معاملات تجاری این ماهی تنها اجازه‌ی استفاده از نسل F₂ را برای پرورش به تمام کشورها می‌دهد. به دلیل افزایش تقاضا برای آروانای آسیایی جمعیت طبیعی این ماهی به ویژه برای

گونه‌های قرمز و طلایی رو به کاهش است (Elderkin et al., 2007).

معرفی و اهمیت

ماهی آروانا یکی از گونه‌های بزرگ جثه با فلس‌های بزرگ و مرواریدی و سیلک‌های بلند می‌باشد (دادگر و همکاران، ۱۳۹۰). این خانواده شامل چهار جنس Osteoglossum, Arapaima, Heterotis و Scleropages بوده (Nelson, 1994) که برای اولین بار در سال ۱۸۴۴ توسط Muller و Schlegel به عنوان جنس Osteoglossum تعریف و پس از آن نام فعلی آن *Scleropages formosus* توسط Nelson در ۱۹۹۴ ابداع شد. آروانای آسیایی یکی از با ارزش‌ترین ماهی‌های زینتی است که در مناطق بومی خود به دلیل تهدید صید بی‌رویه با خطر انقراض مواجه است (Greenwood et al., 1966; Tang et al., 2004; Yue et al., 2006, 2002). طبق اظهارات Yue و همکاران (۲۰۰۶)، ارزش اقتصادی در نظر گرفته شده برای هر ماهی معادل صد تا هزاران دلار قلمداد می‌شود، *Scleropages formosus* شامل گونه‌های متفاوت مختلفی با سه الگوی رنگی است که بومی مناطق جداگانه‌ای از جنوب شرقی آسیا هستند، اما موقعیت طبقه‌بندی این سه رنگ با وجود شباهت بالای مورفولوژیکی آن‌ها هم‌چنان نامشخص می‌باشد و نیازمند مطالعات فیلوژنتیکی خاصی می‌باشد (Leberg, 2005; Rotheray et al., 2012).

ریخت‌شناسی

ماهیان خانواده Osteoglossidae دندان‌هایی دارند که بیش‌تر آن‌ها روی زائده زبانی شکل (Osteo) به معنای استخوان و glossi به معنای زبان) قرار دارند و به همین علت این گونه نام گذاری می‌شوند. ماهی آروانا عضو مشخص و متمایز محل جغرافیایی خود به حساب می‌آید که دارای بدنی سنگین، طویل و هم‌چنین فلس‌های بزرگ می‌باشند. باله‌های پشتی و مخرجی آن‌ها طویل و در نیمه خلفی بدن قرار گرفته‌اند. همگی قادر به تنفس از هوا بوده که توسط کیسه‌های شنای ریه مانند آن‌ها صورت می‌گیرد. ماهی آروانا با داشتن یک جفت سیلیک در ناحیه چانه، دهان بزرگ و زاویه‌دار از انواع دیگر متمایز می‌شوند و دارای بدنی براق با ۵ تا ۶ ردیف فلس‌های برجسته بوده که نقاط قرمز روی آن‌ها مشخص می‌باشد. حضور این نقاط دلالت بر وجود عوامل بیماری‌زا نداشته و یکی از دلایل زیبایی این ماهی به حساب می‌آیند (Kumazawa and Nishida, 2000).

قرمز و همچنین در بسیاری از کشورهای آسیایی با نام عمومی آروانای سبز شناخته می‌شوند (شاطریان، ۱۳۹۱).

X.-dong Mu *et al.* / Biochemical Systematics and Ecology 51 (2013) 280–287

انواع ماهی آروانا

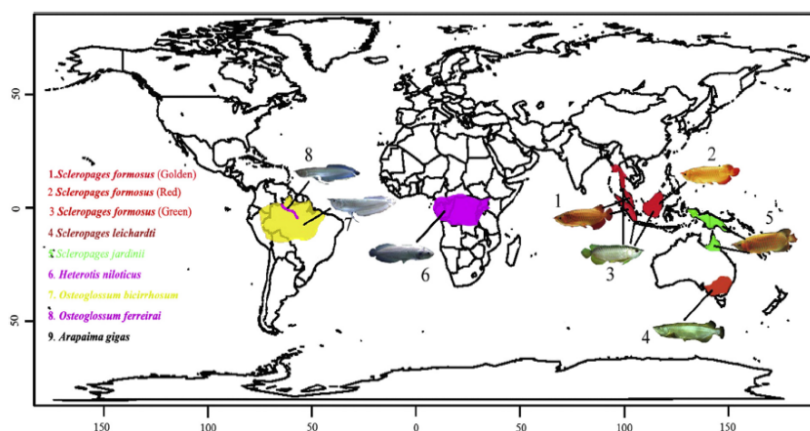
به‌طور کلی ۴ گونه اصلی ماهی آروانا در تجارت جهانی بیش‌تر از سایرین مد نظر بوده که شامل: آروانای آسیایی، آروانای استرالیایی، آروانای آمریکای جنوبی و آروانای آفریقایی می‌شود. از این میان آروانای آسیایی مشهورترین گونه از این خانواده بوده که حداقل شش گونه در رنگ‌های مختلف می‌باشد. آرواناهای استرالیایی شهرتی کم‌تر از آسیایی‌ها داشته و در رنگ‌های مرواریدی، مرواریدی نقطه‌ای، قرمز یا مرواریدی طلایی وجود دارند. آرواناهای آمریکای جنوبی که شهرت کم‌تری از ۲ رده‌ی قبلی دارند در رنگ‌های نقره‌ای و سیاه وجود دارند؛ به‌علاوه، آروانای آفریقایی تنها دارای یک گونه در خطر انقراض می‌باشد. هم‌اکنون انواع قرمز و طلایی آن در ایران موجود است.



شکل ۱: ماهی آروانا

پراکنش جهانی ماهی آروانا

ماهی آروانا دارای گونه‌های متفاوت و زیادی بوده که در نقاط مختلف دنیا پراکنش دارند. برای مثال گونه‌ای که ساکن آب‌های جنوب آمریکا بوده با نام عمومی آروانای نقره‌ای، گونه‌ای که در جنوب آمریکا و برزیل وجود دارد با نام آروانای سیاه، جنوب استرالیا با نام آروانای نورتون، شرق استرالیا با نام بارموندای خال‌دار، جنوب شرقی آسیا و مالزی با نام عمومی کراس بک گولدن یا همان ماهی طلایی مالزی، جنوب شرقی آسیا و سوماترا با نام عمومی دم قرمز طلایی، جنوب شرقی آسیا و کالیمانتا با نام عمومی آروانای سوپیر



شکل ۲: پراکنش جهانی ماهی آروانا

رفتارشناسی آروانا

این ماهی خصوصاً در زمان جفت‌گیری؛ در قسمت سطحی آب شنا کرده و از اکسیژن هوا تنفس می‌نماید، با توجه به رفتار مهاجمانه این ماهی توصیه می‌گردد در مخازن و یا آکواریوم‌ها به‌صورت تک گونه‌ای نگهداری شوند. به‌علاوه، آروانا رفتاری جهنده دارد و برای نگهداری آن نیاز به مخازن سرپوشیده با توری‌های با چشمه‌های ریز و یا آکواریوم‌های سرپوش‌دار می‌باشد (Goulding, 1980).



شکل ۳: گونه‌های مختلف ماهی آروانا

تغذیه

ماهی آروانا برخلاف رژیم غذایی همه‌چیزخواری جزو ماهیان گوشتخوار محسوب می‌شود. این ماهی در اندازه کوچک با تخم میگوی فریز شده یا زنده، کرم خاکی و لارو شیرونومید و ماهی‌های کوچک تغذیه می‌شود. بچه ماهی‌ها ۳ بار در روز، در مرحله پیش از بلوغ ۲ بار در روز و آروانای بالغ یکبار در روز یا هر چند روز یکبار مورد تغذیه قرار می‌گیرند. هر هفته ۲۵ تا ۳۳ درصد و یا دوبار در هفته هر بار ۲۰ درصد آب تعویض شود (فیروزبخش و علی اصغری، ۱۳۸۸).

تکثیر ماهی آروانا

ماهی آروانا به‌ندرت در محیط مصنوعی و شرایط اسارت تخم‌ریزی کرده و برای فراهم کردن شرایط مصنوعی تکثیر، یک تانک ۱۲۵ گالنی (حدود ۴۷۰ لیتر) و پوشش شنی مناسب در کف، گیاهان معلق و نرم در آب و فضای باز زیادی برای شنای آن‌ها مورد نیاز می‌باشد. گونه‌های متفاوت آروانا سیستم تولیدمثلی تک همسری داشته و باروری در هر فصل با تشکیل یک زوج صورت می‌گیرد (Queiroz, 2008).



شکل ۶: سیستم تک همسری در ماهی آروانا

مراحل اولیه پرورش لاروی

ماهی نر تخم‌ها را از زمان جنینی تا شروع شنای فعال درون دهان خود نگه می‌دارد. پس از گذشت مدتی، لاروها به‌تدریج شروع به شنای فعال نموده و با تلاش‌های بسیار و ابتدایی خود را به زحمت از کف آکواریوم به نزدیک سطح رسانده که در مراحل اولیه با سقوط آن‌ها همراه می‌باشد. مدت زمانی که به‌طور آزادانه قادر به شنای فعال شوند، ۷ هفته به طول می‌انجامد. در این مرحله که با پابان کیسه زرده لاروها همراه می‌باشد، با غذای زنده و بچه ماهیان گویی تغذیه می‌شوند. به‌علاوه، لاروها ۶ ماه پس از تولد وارد بازار فروش می‌شوند.

تشخیص جنسیت

تشخیص جنسیت در ماهی آروانا بسیار مشکل بوده و تنها در زمان تخم‌ریزی تا حدودی جنس‌های نر و ماده قابل تفکیک می‌باشند. با این‌وجود نرها از ماده‌ها بزرگتر بوده و سر کشیده‌تری نسبت به جنس ماده دارند؛ همچنین جهت نگهداری تخم‌ها درون دهان حفره باکال بزرگتری دارند. بعد از تولیدمثل، جنس نر عهده‌دار انتقال تخم‌ها در دهان بوده (Goulding, 1980) و تا زمان بلوغ که ۵۰ تا ۶۰ روز به‌طول می‌انجامد از آن‌ها به‌همین صورت نگهداری می‌کند و پس از رسیدن به مرحله fry از دهان پدر خارج می‌گردند (Queiroz, 2008).



شکل ۴: نحوه مراقبت پدری در ماهی آروانا



شکل ۷: جنس نر و ماده ماهی آروانا



شکل ۵: شنای فعال در لاروهای ماهی آروانا

رفتارهای قبل تخم‌ریزی

ماهی آروانا جزو دسته‌ای از ماهیانی است که دارای رفتارهای عاشقانه تولیدمثلی می‌باشند که ممکن است طول این رفتارها از چند روز تا چندین هفته پس از انتخاب جفت متغیر باشد. در این زمان جنس نر در یک مسیر حلقه‌ای شکل مدام به دنبال جنس ماده بوده که به‌طور معمول دو هفته قبل از زمان تخم‌ریزی طی این رفتارهای تولیدمثلی، جفت‌گیری صورت می‌گیرد. زمانی که تخم‌ریزی توسط جنس ماده صورت گرفت، بلافاصله تخم‌ها توسط جنس نر بارور شده و مراقبت پدری آغاز می‌گردد (Goulding, 1980). بدین صورت که جنس نر تخم‌ها را تا زمان شنای فعال لاروها درون دهان نگه داشته و از روز سوم به بعد شکوفایی تخم‌ها و تفریح لاروها صورت می‌گیرد. میانگین تفریح ۲۱-۲۹ لارو به ازای هر بار تخم‌ریزی در نظر گرفته می‌شود. در تکثیر مصنوعی سه روز پس از باروری تخم‌ها و لانه‌گذاری توسط جنس نر در دهان، قبل از تفریح عمل خارج کردن تخم‌ها صورت می‌گیرد. دمای تکثیر به‌طور تقریبی بین ۲۷-۲۹ درجه سانتی‌گراد و اکسیژن محلول با حداقل میزان ۵ میلی‌گرم در لیتر ثابت نگهداری می‌شود (Queiroz, 2008).



شکل ۸: نحوه تخم‌ریزی در ماهی آروانا

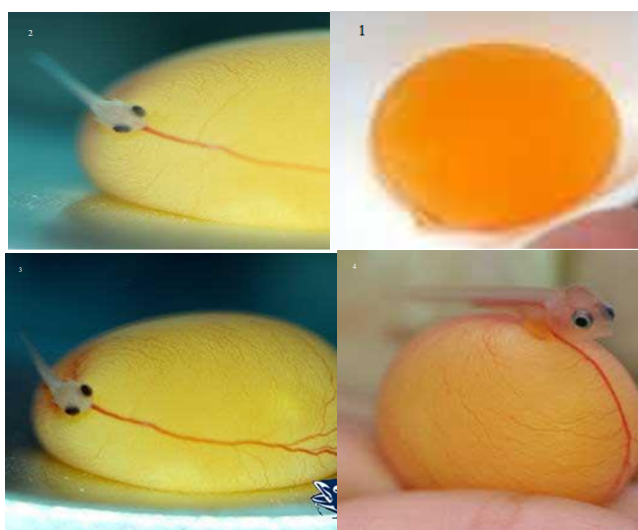
مراحل لاروی ماهی آروانا

کیسه‌ی چربی زیر شکم لاروها بسیار بزرگ بوده و مدت ۷ تا ۸ هفته که در دهان جنس نر طی می‌شود، تنها غذای آن‌ها محسوب شده که در این حالت اندازه‌ی آن‌ها به ۴۵ - ۵۰ میلی‌متر رسیده و هم‌چنان فاقد قدرت شنای فعال می‌باشند.

مراحل جنینی تا جذب کامل کیسه زرده

تخم‌ها نارنجی رنگ شبیه به زرده تخم‌مرغ همراه با یک زائده نطفه مانند بوده و قطر تقریبی آن‌ها ۱۶-۲۰ میلی‌متر می‌باشند. پس از تفریح، لاروها به‌صورت جسم کوچکی توسط رگ‌های خونی متصل به یک توده بزرگ غذایی می‌باشند. در مرحله بعدی لاروها ضمن استفاده از کیسه زرده رشد کرده و این ذخیره غذایی هر روز نسبت به روز قبل کوچک‌تر می‌شود. در مراحل بعدی تکوین چشم‌ها به‌طور واضح تیره رنگ و بدن به‌طور کامل بی‌رنگ می‌گردد. سپس چشم‌ها متکامل‌تر شده که با افزایش رشد لاروی همراه می‌باشد. اما، بدن لاروها هم‌چنان بی‌رنگ و شفاف می‌باشد (شکل ۹).

پس از طی مراحل قبل، مرحله آغاز ظهور فلس‌ها است که در ابتدا تنها در قسمت متصل به کیسه زرده ظاهر می‌گردند. فلس‌ها در مرحله بعدی بر روی قسمت‌های بالایی بدن و نزدیک به سرپوش آبششی گسترش می‌یابند. باله‌ها کامل‌تر شده، فلس‌ها به‌طور کامل گسترش یافته اما هم‌چنان شفاف و بی‌رنگ بوده و اندازه کیسه زرده به نصف میزان اولیه کاهش می‌یابد. باله‌ها رنگین شده، لب‌ها و سبیلک‌ها تکامل یافته و کاهش چشم‌گیر کیسه زرده قابل مشاهده می‌باشد. مرحله بعد آغاز شنای فعال بوده لاروها تا حدودی قادر به شنا می‌باشند (شکل ۱۰).



شکل ۹: ۱) تخم نارنجی رنگ ماهی آروانا، ۲) لارو تفریح شده متصل به کیسه زرده،

۳) لارو متصل به کیسه زرده، ۴) مرحله تکامل چشم‌ها



شکل ۱۰: (۱) مرحله ظهور فلس‌ها، (۲) گسترش فلس‌ها و کاهش اندازه اندوخته غذایی، (۳) تکامل باله‌ها و کاهش اندوخته غذایی به نصف مقدار اولیه، (۴) رنگین شدن باله‌ها، تکامل لب‌ها و سبیلک‌ها

که خارج از دامنه تحمل دمایی باشد، مرگ این ماهیان را به دنبال خواهد داشت (فیروزبخش و علی اصغری، ۱۳۸۸).

مراحل پایانی دوره لاروی که با کاهش قابل توجه کیسه زرده همراه بوده و در نهایت به بسته شدن منفذ خروج این اندوخته و شباهت لارو به ماهی بالغ منتهی می‌گردد (شکل ۱۱).

میزان رشد

ماهی آروانا در آکواریوم‌های بزرگ به طول ۷۰-۸۰ سانتی‌متر نیز می‌رسد اما در طبیعت اندازه‌ی دقیقی از طول بدن این گونه با ارزش در دسترس نیست؛ با این وجود، با توجه به منابع ذکر شده، طول این ماهی به ۱۲۰ سانتی‌متر خواهد رسید (فیروزبخش و علی اصغری، ۱۳۸۸).

کیفیت آب

کیفیت آب مورد استفاده در پرورش ماهی آروانا از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد به گونه‌ای که دمای نگهداری ۲۴ - ۳۰ درجه سانتی‌گراد و میزان pH ۶-۶/۵ در نظر گرفته می‌شود. با توجه به حساسیت بالای ماهی آروانا به افزایش و یا کاهش بیش از اندازه دما



شکل ۱۱: مراحل پایان دوران تغذیه ابتدایی

بحث و نتیجه گیری

ماهی آروانا یکی از محبوب ترین گونه های زینتی آب شیرین بوده که دارای تجارت و جهانی می باشد و در آب پنج قاره از جمله آسیا و آفریقا ساکن است (Goh and Chua, 1999; Kumazawa and Mutsumi, 2000). ماهی آروانا در آکواریوم های بزرگ به طول ۷۰-۸۰ سانتی متر نیز می رسد اما، در طبیعت اندازه ی دقیقی از طول بدن این گونه با ارزش در دسترس نیست؛ با این وجود، با توجه به منابع ذکر شده، طول این ماهی به ۱۲۰ سانتی متر خواهد رسید (فیروزبخش و علی اصغری، ۱۳۸۸). این گونه زینتی زیبا و صلح دوست، درون آکواریوم با سایر گونه ها از جمله سیکلیدها دارای سازگاری بالایی می باشند. لازم به ذکر است در صورت وجود گونه هایی با اندازه های کوچک تر درون محیط آکواریوم، طعمه ی آروانا شده و علی رغم رژیم همه چیز خواری تمایل بیشتری به گوشت خواری نشان می دهد (فیروزبخش و علی اصغری، ۱۳۸۸). دوران جنینی آروانا درون دهان جنس نر سپری شده و دارای مراقبت پدری می باشند (Queiroz, 2008; Goulding, 1980). با افزایش رشد از میزان کیسه زرده کاسته شده و بر تکامل و قدرت شنای فعال لاروها اضافه می گردد. ارزش اقتصادی این گونه بسیار بالا بوده و جزو گونه های مهم تجاری محسوب می شود. با توجه به توانایی ایجاد شرایط مناسب تکثیر آروانا، با تکیه بر مطالعات و آگاهی و رعایت نکات بهداشتی، موفقیت در امر تکثیر و پرورش این گونه مهم و با ارزش اقتصادی بالا، دور از دسترس نبوده و تجارت سودآوری برای صنعت آبی پروری کشور به دنبال خواهد داشت.

منابع

- بهمنی، م. و حسنعلی پور، ع.، ۱۳۹۲. بیولوژی ماهیان زینتی. انتشارات موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۵۰۰ ص.
- دادگر، ش.، اکبری، ح. و سرپناه، ع.و، ۱۳۹۰. اطلس ماهیان آکواریومی آب شیرین، انتشارات موج سبز. ۱۴۱ ص.
- رامین، م. و دوستدار، م.، ۱۳۹۳. گونه های بومی جدید از جنس *Aphanius* جهت معرفی به صنعت ماهیان تزئینی ایران. مجله آبزیان زینتی. شماره ۳. ۸ ص.
- سیدمرتضایی، ر.، پازوکی، ج. و معصومیان، م.، ۱۳۸۶. انگل های نماتود جدا شده از چند گونه ماهیان آب شیرین استان خوزستان، پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، شماره ۷۷. ص ۸-۳.
- شاطریان، ر.، ۱۳۹۱. آکواریوم. انتشارات آبیژ. ۴۵۵ ص.
- فیروزبخش، ف.، علی اصغری، م.، ۱۳۸۸. اطلس ماهیان آکواریومی آب شیرین. ۱۵۰ ص.
- Barlow, G., 1961. Causes and significance of morphological variation in fishes. Syst. Zool. 10: 105-117.
- Bonde, N., 1979. Paleo-environment in the "North Sea" as indicated by the fish bearing Moclaysdeposit (Paleocene/Eocene) of Denmark. Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol. 16: 3-16.
- Dawes, L., Lim, L.L. and Cheong, L., 1999. The Dragon Fish. Kingdom Books, England.
- Elderkin, C. L., Christian, A. D., Metcalfe-Smith, J. L. and Berg, D. J., 2007. Population genetics of the freshwater mussel, *Amblema plicata* (Say 1817) (Bivalvia: Unionidae): evidence of high dispersal and post-glacial colonization. Conserv. Genet. 8: 355-372.
- FAO, 2014. Aquaculture Department (2014) the state of world fisheries and aquaculture 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 243 P.
- Firouzbakhsh, F., Noori, F., Khalesi, M.K. and Jani-Khalili, K., 2011. Effects of a probiotic, protexin, on the growth performance and hematological parameters in the Oscar (*Astronotus ocellatus*) fingerlings. *Fish physiology and biochemistry*, 37: 833-842.
- Hensen, R. R., Ploeg, A. and Fossa, S. A., 2010. Standard Names for Freshwater Fishes in the Ornamental Aquatic Industry. OFI Educational Publication 5. Ornamental Fish International, The Netherlands, 146 P.
- Goulding, M., 1980. The fishes and the forest, explorations in Amazonian natural history. Berkeley, University of California Press.
- Greenwood, P. H., Rosen, D. E., Weitzman, S. H. and Myers, G. S., 1966. Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 1131: 338-456.
- Goh, W. and Chua, J., 1999. The Asian Arowana. Dragon Fish Industry. E-Publishing Inc., Singapore, pp. 17-24.
- Kumazawa, Y. and Nishida, M., 2000. Molecular phylogeny of osteoglossoids: a new model for Gondwanian origin and plate tectonic transportation of the Asian Arowana. Mol. Biol. Evol. 17 (12): 1869-1878.
- Leberg, P., 2005. Genetic approaches for estimating the effective size of populations. J Wildl. Manag. 69: 1385-1399.
- Nelson, J.S., 1994. Fishes of the World. John Wiley and Sons, New York. Parichy, D.M., Johnson, S.L., 2001. Zebrafish hybrids suggest genetic mechanisms of pigment pattern diversification in Danio. Dev. Genes Evol. 211: 319-328.
- Nelson, J. S., 2005. Fishes of the World, fourth ed. John Wiley and Sons, Inc., New York.

- formosus*) determined by microsatellite and mitochondrial DNA analysis. *Asian Fish. Sci.* 17: 81–92.
- Tissera, K., 2012.** The Global Ornamental Fish Industry: An outlook on the First Decade of the New Millennium. International Conference on the Global Ornamental Fish Industry –Way Forward. February 2012, Cochin, Kerala, India.
- Thlusty, M. F., Rhyne, A. L., Kaufman, L., Hutchins, M., Reid, G. M., Andrew, C., Boyle, P., Hemdal, J., McGilvray, F. and Dowd, S., 2013.** Opportunities for public aquariums to increase the sustainability of the aquatic animal trade. *Zoo Biol.*
- Wilson, M. V. H. and Murray, A. M., 2008.** Osteoglossomorpha: phylogeny, biogeography, and fossil record and the significance of key African and Chinese fossil taxa. *Geol. Soc. Lond. Spec. Publ.* 295: 185–219.
- Yue, G. H., Li, Y., Chen, F., Cho, S., Lim, L. C. and Orban, L., 2002.** Comparison of three DNA markers systems for assessing genetic diversity in Asian arowana (*Scleropages formosus*). *Electrophoresis* 23: 1025–1032.
- Yue, G. H., Liew, W. C. and Orban, L., 2006.** The complete mitochondrial genome of a basal teleost, the Asian arowana (*Scleropages formosus*, Osteoglossidae). *BMC Genomics* 7: 242.
- Penning, M., Reid, G. McG., Koldewey, H., Dick, G., Andrews, B., Arai, K., Garratt, P., Gendron, S., Lange, J., Tanner, K., Tonge, S., Van den Sande, P., Warmolts, D. and Gibson, C. (Eds.), 2009.** Turning the Tide: A Global Aquarium Strategy for Conservation and Sustainability. World Association of Zoos and Aquariums, Bern, Switzerland.
- Pouyard, L., Sudarto, G. G. and Teugels, G. G., 2003.** The different colour varieties of the Asian Arowana *Scleropages formosus* (Osteoglossidae) are distinct species morphologic and genetic evidences. *Cybiurn* 27 (4): 287–305.
- Page, R. D. M., 1996.** TreeView: an application to display phylogenetic trees on personal computers. *Comput. Appl. Biosci.* 12: 357–358.
- Queiroz, H. L. 2008.** Investimento parental e reprodução do aruanã branco, *Osteoglossum bicirrhosum*, na Reserva Mamirauá, Pp. 119-132. In: Queiroz, H. L. & M. Camargo (Eds.). *Biologia, conservação e manejo dos aruanãs na Amazônia brasileira*. Tefê, Amazonas: IDSM.
- Rotheray, E. L., Lepais, O., Nater, A., Krutzen, M., Greminger, M., Goulson, D. and Bussiere, L.F., 2012.** Genetic variation and population decline of an endangered hoverfly *Blera fallax* (Diptera: Syrphidae). *Conserv. Genet.* 13, 1283.
- Tang, P. Y., Sivanathan, J., Pillay, S. O. and Muniandy, S., 2004.** Genetic Structure and biogeography of Asian Arowana (*Scleropages*