مروری بر تکثیر و پرورش ماهی سوکلا (*Rachycentrom conadum*)

کامیار جاوید رحم دل، بهرام فلاحتکار*
گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

تاریخ دریافت : تیر ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۹

چکیده

یکی از الزامات توسعه آبزی‌پروری، روی آوردن به پرورش گونه‌های جدید است. در بین گونه‌های جدید، ماهیان دریایی به دلیل داشتن مزایایی از قبیل سرعت رشد بالا و قابلیت پرورش در قفس اهمیت زیادی دارند. ماهی سوکلا یا کوبیا (*Rachycentrom conadum*) یکی از گونه‌های بومی جنوب ایران است. ماهی سوکلا به‌دلیل داشتن خصوصیاتی از قبیل رشد سریع، سن پایین رسیدگی جنسی، طعم مطلوب و بازارپسندی، از قابلیت بالایی برای آبزی‌پروری برخوردار است. این گونه از دهه ۹۰ میلادی در کشورهای مختلف جهان خصوصا ناحیه جنوب‌شرق آسیا پرورش داده می‌شود، اما در حال حاضر تجربه قابل توجهی در زمینه پرورش تجاری این گونه ارزشمند در ایران وجود ندارد. ذخایر قابل توجهی از ماهی سوکلا در جنوب ایران به‌ویژه خلیج فارس وجود دارد که این امر دسترسی به تخم و بچه ماهی این گونه را تسهیل می‌کند. توسعه آبزی‌پروری ماهی سوکلا مستلزم دسترسی به اطلاعات کافی در زمینه تکثیر و پرورش این گونه باارزش است. بنابراین، مقاله حاضر به بررسی راهکارهای عملی در زمینه تکثیر و پرورش ماهی سوکلا پرداخته است.

کلمات کلیدی: پرورش در قفس، تکثیر در اسارت، کوبیا، ماهی دریایی، هورمون‌تراپی

* نویسنده مسئول: falahatkar@guilan.ac.ir

مقدمه

صنعت آبزی‌پروری در کشورمان از دهه چهل خورشیدی با پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان آغاز شد و به‌تدریج و با معرفی گونه‌های جدید ماهیان و سخت‌پوستان گسترش یافت. یکی از مشکلات مهم پیش روی صنعت آبزی‌پروری کشور، محدودیت تعداد گونه‌های پرورشی و اتکای بیش از حد به گونه‌های کپورماهیان و قزل‌آلای رنگین‌کمان است. بدون شک راهکار مناسب جهت حل این معضل، تنوع‌بخشی به گونه‌های پرورشی و روی آوردن به آبزی‌پروری گونه‌های جدیدی نظیر ماهی سوکلا (*Rachycentrom conadum*) است. پرورش تجاری ماهی سوکلا در دنیا از اواخر دهه ۹۰ میلادی و پس از توسعه روش‌های پرورش لارو و بچه‌ماهیان این گونه در سال ۱۹۹۷ میلادی در منطقه شرق آسیا آغاز شد. میزان تولیدات آبزی‌پروری این گونه در سطح جهانی بیش از ۴۰۰۰۰ تن است (FAO, 2021). هم‌اکنون کشورهای منطقه شرق و جنوب‌شرق آسیا به‌ویژه چین، تایلند، سنگاپور و کشورهای حوزه کارائیب در آمریکای مرکزی و جنوبی شامل مکزیک، دومنیکن و باهاما مهم‌ترین تولیدکنندگان این ماهی در مقیاس تجاری محسوب می‌شوند (Fatedar and Minh Sang, 2011). پرورش ماهی سوکلا در این کشورها عموما در قفس‌های دریایی انجام می‌شود، چراکه این گونه به دلیل رشد سریع و نرخ بازماندگی بالا، قابلیت زیادی برای پرورش در قفس دارد و در محیط پرورش طی یک سال از مرحله انگشت‌قد به وزن ۶-۴ کیلوگرم می‌رسد (Benetti *et al*., 2010). علاوه بر رشد سریع، این ماهی کیفیت گوشت مناسبی نیز دارد که غنی از ویتامین E و اسیدهای چرب ضروری امگا-۳ بوده و این امر عامل مهمی در بازارپسندی آن به‌شمار می‌رود و موجب شده است تا قیمت فروش این ماهی در کشورهای منطقه شرق آسیا حداقل ۵/۵ دلار به‌ازای هر کیلوگرم باشد (Fatedar and Minh Sang, 2011). همچنین قیمت تقریبی فروش این ماهی در بازار ایران یکصد هزار تومان است که در مقایسه با اغلب ماهیان استخوانی دیگر رقم بالایی است. بنابراین واضح است که پرورش تجاری این گونه کاملا دارای توجیه اقتصادی است. گام اول برای گسترش آبزی‌پروری تجاری ماهی سوکلا، داشتن آگاهی کافی از تکنیک‌های تکثیر در اسارت و پرورش این ماهی در محیط‌های کنترل شده است. بنابراین مطالعه حاضر با هدف مرور بیوتکنیک‌های مربوط به آبزی‌پروری ماهی سوکلا و ارائه دستورالعمل‌های اجرایی برای کارگاه‌های تکثیر و پرورش این گونه ارزشمند به رشته تحریر درآمد.

زیست‌شناسی ماهی سوکلا

ماهی سوکلا تنها گونه از خانواده Rachycentridae است که در زبان انگلیسی Cobia نامیده می‌شود. این ماهی دارای بدنی کشیده و دوکی شکل با مقطع گرد و سری تخت و پهن است. همچنین دهان در این گونه از نوع انتهایی بوده و آرواره پایینی اندکی نسبت به آرواره فوقانی پیش آمده است. این ماهی دارای دو باله پشتی است که باله پشتی اول دارای ۹-۷ خار قوی و مجزا بوده و باله پشتی دوم فاقد خار و صرفا دارای چند شعاع نرم است. باله دمی نیز هلالی شکل بوده و در بالغین قطعه فوقانی آن طویل‌تر است. فلس‌ها کوچک بوده و در پوست فرو رفته‌اند. رنگ بدن ماهی در ناحیه پشتی و جانبی قهوه‌ای شکلاتی و در ناحیه شکمی سفید مایل به کرم است. همچنین دو نوار سفیدرنگ در ناحیه پهلوها و به موازات طول بدن کشیده شده‌اند که این نوارها ممکن است در قسمت باله دمی کمی به قرمز مایل شوند (Fatedar and Minh Sang, 2011). شکل ۱ بچه‌ماهی و شکل ۲ مولدین رسیده نر و ماده سوکلا را نشان می‌دهند.

شکل ۱: بچه‌ماهی سوکلا (*Rachycentrom conadum*) (Fatedar and Minh Sang, 2011)

شکل ۲: مولدین نر و ماده سوکلا (*Rachycentrom conadum*) در مخزن جفتگیری (FAO, 2021). ماهی نر دارای الگوی رنگی متنوع و ماهی ماده فاقد این ویژگی بوده که در شکل قابل مشاهده است.

ماهی سوکلا دارای پراکنش جهانی گسترده‌ای بوده و عمدتاً در دریاهای نواحی گرمسیری و نیمه‌گرمسیری به استثنای منطقه شرق اقیانوس آرام یافت می‌شود. جمعیت‌های بومی این ماهی در پیکره‌های آبی جنوب کشورمان در خلیج فارس و دریای عمان و به‌ویژه سواحل استان هرمزگان مشاهده می‌شوند (اسدی و دهقانی پشترودی، ۱۳۷۵). ماهی سوکلا را می‌توان در آب‌های ساحلی، نواحی فلات قاره و مصب‌هایی با عمق ۲۰۰-۱ متر مشاهده کرد. به نظر می‌رسد که دما عامل مهمی در پراکنش این گونه است و به طور کل سوکلا آب‌های گرم با دمای بالاتر از ۲۰ درجه سانتیگراد را ترجیح می‌دهد. همچنین در خلال ماه‌های سرد سال، نوعی رفتار مهاجرت به سوی مناطق گرم در ماهی سوکلا دیده شده است و الگوی این مهاجرت شمالی-جنوبی و از نواحی کم‌عمق به سوی نواحی عمیق است (Fatedar and Minh Sang, 2011). ماهی سوکلا دامنه گسترده‌ای از شوری را تحمل می‌کند، اما بهترین محدوده شوری برای زیست این گونه ۴۴-۲۲ قسمت در هزار است (Kaiser and Holt, 2005).

سن بلوغ در ماهی سوکلا در نرها و ماده‌ها ۲ سال است. سرعت رشد طولی برای هر دو جنس در طی ۲ سال اول و پیش از رسیدن به سن بلوغ بالا بوده و پس از آن به تدریج کاهش می‌یابد، با این وجود سرعت رشد در ماهیان ماده بالاتر است، به‌طوری که نرهای ۲ ساله در هنگام بلوغ ۶۵ سانتیمتر طول دارند، اما طول ماده‌ها در سن مشابه به ۸۰ سانتیمتر می‌رسد (Smith, 1995). خصوصیات تولیدمثلی ماهی در جمعیت‌های مختلف ساکن نواحی گوناگون جغرافیایی تفاوت‌هایی را نشان می‌دهد. برای مثال در جمعیت‌های ساکن منطقه خلیج مکزیک در نیمکره غربی، نسبت جنسی نرها به ماده‌ها ۲/۷ به ۱ است (Franks *et al*., 1999) و شاخص گنادوسوماتیک در ماهیان مولد در ماه می و جولای به حداکثر میزان خود می‌رسد. گله‌های سوکلای ساکن منطقه خلیج مکزیک هر ۵ روز یک بار تخمریزی کرده (Brown-Peterson *et al*., 2001) و به‌عبارتی دارای تخمریزی منقطع هستند. متوسط نرخ هماوری مطلق در مولدین ماده این جمعیت‌ها از ۳۷۷۰۰۰ تا ۱۹۸۰۵۰۰ تخم به ازای هر مولد ماده متغیر است. بدیهی است نرخ هماوری با سن و وزن بدن مولد رابطه مستقیم داشته و مولدین مسن‌تر و بزرگ‌تر نرخ هماوری بالاتری دارند (Fatedar and Minh Sang, 2011). در این جمعیت‌ها هماوری نسبی بین ماه‌های مختلف در خلال فصل تخمریزی تفاوت معنی‌داری نداشته و به‌طور متوسط در حدود ۵۳ تخم به ازای هر گرم وزن بدن مولد ماده است (Brown-Peterson *et al*., 2001). بیولوژی تولیدمثل سوکلا در جمعیت‌های بومی ایران در خلیج فارس و دریای عمان به کلی از جمعیت‌های نیمکره غربی متفاوت است. در جمعیت‌های بومی ایران، تخمریزی از اواسط جولای (اواخر تیر) تا ابتدای سپتامبر (اواسط شهریور) اتفاق می‌افتد. نسبت جنسی نر به ماده ۱/۳ به ۱ است که تفاوت قابل توجهی با نسبت جنسی جمعیت‌های نیمکره غربی دارد و تقریبا نصف آن است. حداقل قطر تخمک در ماهی سوکلای بومی ایران ۰/۲۵ میلی‌متر در مرحله دوم رسیدگی جنسی و حداکثر میزان آن ۰/۵۷۵ میلی‌متر در مرحله ۴ رسیدگی جنسی است. شاخص گنادوسوماتیک نرها در خرداد و در ماده‌ها در تیرماه به حداکثر می‌رسد. علاوه بر این موارد، در جمعیت‌های

سوکلای بومی ایران فرآیند رسیدگی تخمک‌ها و تخمریزی در اعضای یک گله مولدین همزمان است و تخمریزی منقطع دیده نمی‌شود (ولی‌نسب و همکاران، ۱۳۸۷). در برخی مناطق جهان، نظیر منطقه اقیانوسیه و استرالیا، تخمریزی سوکلا با فصل بارندگی هماهنگ بوده و شاخص گنادوسوماتیک همزمان با فصل باران‌های موسمی به حداکثر میزان خود می‌رسد. تخمریزی در این جمعیت‌ها نیز منقطع بوده و در خلال فصل تولیدمثل هر ۷-۶ روز یک بار اتفاق می‌افتد (Van Der Velde *et al.*, 2010). تخم‌های سوکلا فاقد چسبندگی و پلاژیک بوده و روی آب شناور می‌مانند. بقای جنین داخل تخم در گرو میزان ذخیره غذایی آن یعنی زرده است که ماده‌ای لیپوفسفوپروتئینی است، در نتیجه تخم‌های با اندوخته غذایی بیشتر، درصد تفریخ بالاتر داشته و لاروهای حاصله نیز نرخ بقای بیشتری دارند (Faulk and Holt, 2008).

تولیدمثل در محیط اسارت

توسعه صنعت آبزی‌پروری سوکلا، مستلزم تولید تخم و لارو با کیفیت و کمیت مناسب است و کارهای پژوهشی بر روی این گونه عمدتا در زمینه بیوتکنیک تکثیر در اسارت و پرورش لارو تمرکز دارد (Holt *et al.*, 2007). برای القای تخمریزی در سوکلا می‌توان از هورمون‌تراپی استفاده کرد. تزریق هورمون گنادوتروپین جنین انسان به میزان ۲۷۵ واحد بین‌المللی به ازای هر کیلوگرم وزن بدن مولد نتایج مثبتی در القای تخمریزی در این ماهی داشته است (Franks *et al.*, 2001). معمولا تخم‌کشی دستی از مولدین و لقاح مصنوعی نتایج قابل قبولی ندارد، بنابراین برای تکثیر این گونه ارزشمند، از روش تکثیر نیمه‌طبیعی در حوضچه‌های مدور استفاده می‌شود. این روش برای نخستین بار توسط Arnold و همکاران (۲۰۰۲) برای تکثیر ماهی سوکلا استفاده شد. در این شیوه تکثیر، از مخازن فایبرگلاس با حجم تقریبی ۳۵ مترمکعب و چرخش آب جهت آماده‌سازی مولدین و القای تخمریزی در آن‌ها استفاده می‌شود. این مخازن باید در فضای گلخانه‌ای با دیواره‌های شفاف قرار داده شوند تا ماهیان تحت رژیم نوری-حرارتی طبیعی قرار داشته باشند. می‌توان در روزهای گرم سال مخازن را به‌وسیله پوشش‌های پلاستیکی تیره پوشانید تا مولدین را از تابش شدید نور خورشید حفاظت کند. همچنین برای تعدیل دمای محیط در مناطق جنوب کشور که دماهای بالا متداول است می‌توان از تاسیسات سرمایشی نظیر دستگاه چیلر بهره برد. علاوه بر این، در فصل زمستان برای محافظت از ماهیان مولد در برابر سرما می‌توان از بخاری گازی و یا تجهیزات مشابه جهت افزایش دمای محیط استفاده کرد. البته در صورت دسترسی به سیستم مداربسته، بهتر است پرورش مولدین را در چنین سیستم‌هایی انجام داد، چراکه در این سیستم‌ها انجام کلیه اقدامات لازم برای کنترل دما به‌طور مستقیم روی آب در گردش در مخازن امکان‌پذیر است (فلاحتکار و همکاران، ۱۳۹۹). باید توجه داشت گرچه تنظیم دمای محیط امری هزینه‌بردار است، اما ارزش بالای مولدین برای بقای نسل و گسترش آبزی‌پروری ماهی سوکلا صرف این هزینه‌های بالا را توجیه می‌کند. جهت به گردش درآوردن آب درون این مخازن از دو لوله با قطر ۱۰ سانتیمتر و جنس PVC استفاده می‌شود که در جداره مخزن نصب شده و آب را در جهت عقربه‌های ساعت درون مخزن به چرخش درمی‌آورند. در این مخازن، معمولا ماهی‌ها در جهت مخالف جریان آب شنا می‌کنند که خود عاملی برای القای تخمریزی در آن‌ها به شمار می‌رود. دبی آب ورودی به مخزن در حدود ۷۰ لیتر در دقیقه است. شاخص‌های کیفی آب در این مخازن در طول دوره آماده‌سازی مولدین در حد دمای ۲۸/۵-۱۹ درجه سانتیگراد، شوری ۳۴-۲۷ قسمت در هزار و pH ۸/۸-۷/۳ تنظیم می‌شود. غذادهی به مولدین روزی یک بار و به میزان ۳-۲ درصد از وزن بدن و با جیره‌ای شامل میگوهای ریز و ماهیان طعمه انجام می‌شود. علاوه بر این، هفته‌ای دو بار و به میزان ۲۰ درصد از کل غذای مصرفی، گوشت اسکوئید به‌عنوان غذای مکمل به جیره اضافه می‌شود. البته تغذیه ماهی با جیره تر امکان انتقال عوامل بیماری‌زا را افزایش می‌دهد. بنابراین می‌توان به‌جای جیره تر، از غذای ترکیبی حرارت

دیده با کیفیت بالا و حاوی پودر و روغن ماهی و گوشت اسکوئید استفاده کرد. در این صورت می‌توان حجم غذای روزانه را نیز کاهش داده و به حدود ۱ درصد رساند (FAO, 2021). مولدین تا زمانی که مراحل رسیدگی جنسی را طی کنند در این شرایط نگهداری می‌شوند و پس از رسیدن به آمادگی تولیدمثلی تخمریزی می‌کنند. یکی از مزایای نگهداری مولدین در شرایط کنترل شده، امکان القای تخمریزی خارج از فصل به‌واسطه کنترل پارامترهای محیطی نظیر دما و فتوپریود است. در این صورت باید دقت شود که فتوپریود باید به صورت ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی تنظیم شده و دمای آب نیز در محدوده ۲۶-۲۰ درجه سانتیگراد نگاه داشته شود (Kaiser and Holt, 2005).

در کشور تایوان پرورش بچه‌ماهیان سوکلا در قفس‌های روباز دریایی به مدت ۲-۱/۵ سال تا رسیدن به سن بلوغ انجام می‌شود. سپس مولدین رسیده از این قفس‌ها صید و به استخرهای خاکی کوچک با مساحت ۶۰۰-۴۰۰ مترمربع و عمق متوسط ۱/۵ متر در منطقه ساحلی و دارای دسترسی به آب شور دریا منتقل شده و با نسبت جنسی ۱ نر به ۱ ماده در استخرها رهاسازی می‌شوند. تغذیه مولدین در این استخرها روزانه ۲-۱ وعده با ماهیان کوچک نظیر ساردین و ماکرل و گوشت اسکوئید و بر اساس اشتها انجام می‌شود. تخمریزی مولدین در این استخرها در دمای ۲۷-۲۳ درجه سانتیگراد، به صورت طبیعی و بدون تزریق هورمون انجام شده، سپس خروجی استخر باز می‌شود و تخم‌های بارور با استفاده از تور ملاقه‌ای یا ساچوک از دریچه خروجی جمع‌آوری می‌شوند. تخم‌های لقاح‌یافته جهت گذراندن دوره انکوباسیون به استخرهای پرورش لارو با مساحت بیش از ۵۰۰۰ متر مربع و عمق ۱/۲-۱ متر و دارای آب سبز غنی از جلبک کلرلا منتقل می‌شوند (Kaiser and Holt, 2005).

پرورش لارو و بچه‌ماهی

تخم‌های لقاح‌یافته ماهی سوکلا دارای رنگ‌آمیزی درخشان و قطر ۱/۴-۱/۲ میلی‌متر بوده و در دمای ۲۹-۲۷ درجه سانتیگراد طی ۲۴ ساعت تفریخ می‌شوند (Kaiser and Holt, 2005). لاروها در ابتدا از اندوخته کیسه زرده تغذیه می‌کنند، اما در روز سوم پس از تفریخ، کیسه زرده جذب شده و لاروها به شنای افقی و متعاقبا تغذیه خارجی روی می‌آورند. البته این گونه فاقد کیسه شنا بوده و در نتیجه آغاز شنای عمودی ارتباطی با پر شدن کیسه شنا نداشته و عمدتا تابع تکامل ساختار باله‌ها است (FAO, 2021). آغاز تغذیه خارجی دورانی حساس در پرورش لاروهای ماهیان محسوب شده و بیشترین نرخ تلفات نیز در همین هنگام اتفاق می‌افتد. دلیل این امر این است که لاروها باید به غذای با کیفیت و اندازه مناسب دسترسی داشته باشند، در غیر این صورت در اثر فشار گرسنگی تلف می‌شوند. برای پرورش لارو سوکلا عمدتا از ۲ روش مختلف استفاده می‌شود که شامل تکنیک آب سبز و تکنیک آب شفاف است که در ادامه به هر هر دو روش پرداخته شده است.

Liao و همکاران (۲۰۰۴) تکنیک پرورش لارو سوکلا در آب سبز را ارائه دادند. در این روش، لاروها پس از تفریخ به استخرهای نوزادگاهی غنی از آب سبز منتقل شده و تا ۲۰ روزگی با روتیفر و ناپلی آرتمیا تغذیه می‌شوند. جلبک‌های دریایی سبز مانند *Nannochloropsis oculata* با تراکم ۱۰۰۰۰۰۰-۱۰۰۰۰۰۰ سلول در میلی‌لیتر برای پرورش لارو مورد استفاده قرار می‌گیرند. در پایان این دوره ۲۰ روزه، نرخ بازماندگی لاروها در حدود ۱۰-۵ درصد خواهد بود. پس از طی این دوره ۲۰ روزه، لاروها که اکنون تبدیل به بچه‌ماهی نورس شده‌اند، ۳ مرحله پرورشی دیگر را پشت سر خواهند گذاشت. در مرحله اول و تا سن ۴۵ روزگی، بچه‌ماهیان با غذای دستی تطابق داده می‌شوند. در این مرحله، از پلت‌های شناور برای تغذیه لاروها استفاده می‌شود. در خلال این دوره، همنوع‌خواری مشکلی جدی محسوب شده و شدیدا بقای لاروها را تهدید می‌کند. در نتیجه، لازم است ماهیان تا زمان رسیدن به وزن ۵-۲ گرم، هر ۷-۴ روز رقم‌بندی شوند. پس از رسیدن به وزن ۵-۲ گرم، بچه‌ماهیان به استخرهای بزرگ‌تری منتقل می‌شوند و تا سن ۷۵ روزگی،

روزانه ۶ بار تا حد سیری تغذیه می‌شوند تا به وزن ۳۰ گرم برسند. در مرحله انتهایی نیز که تا سن ۱۸۰ روزگی ادامه خواهد یافت، ماهیان جوان به وزن ۱۰۰۰-۶۰۰ گرم می‌رسند. در این سیستم‌ها کنترل کمی بر پارامترهای محیطی و شاخص‌های کیفی آب وجود دارد، اما در مجموع نرخ رشد ماهی بالا است.

روش دیگر برای پرورش لارو سوکلا استفاده از تکنیک آب شفاف و مخازن فایبرگلاس ۳۰۰ لیتری است. در این مخازن، لاروها با تراکم ۱۰-۵ عدد در لیتر ذخیره‌سازی می‌شوند. تغذیه خارجی لاروها ۳ روز پس از تفریخ با روتیفر آغاز می‌شود. تراکم بهینه روتیفرها در آب مخزن باید ۵-۳ عدد روتیفر به ازای هر میلی‌لیتر باشد. تغذیه لاروها با روتیفر حدود ۴ روز طول می‌کشد، سپس تا سن ۳۰ روزگی از ناپلی آرتمیا با تراکم ۱-۰/۱ عدد در میلی‌لیتر برای تغذیه آن‌ها استفاده می‌شود. در این هنگام بچه‌ماهیان انگشت‌قد با وزن تقریبی ۱/۷۷ گرم، قابلیت تغذیه از غذای دستی را دارند (Kaiser and Holt, 2005). لاروها به مقادیر بالایی از اسیدهای چرب ضروری بلندزنجیره نیاز دارند که این نیاز می‌تواند با غنی‌سازی روتیفر و ناپلی آرتمیا با فرآورده‌های تجاری مانند Selco رفع شود. این محصولات حاوی اسیدهای چرب ضروری مانند آراشیدونیک اسید، ایکوزاپنتانوئیک اسید و دوکوزاهگزانوئیک اسید هستند که روتیفر و ناپلی آرتمیا با غوطه‌ور شدن داخل این محلول‌ها، قطرات روغن را درون بدن خود مجتمع کرده و آن را به لاروها انتقال می‌دهند. همچنین تغذیه روتیفرها با جلبک‌های غنی از اسیدهای چرب ضروری مانند *Isochrysis galbana* نرخ بازماندگی لاروها را از ۱۲ درصد به ۲۵ درصد افزایش می‌دهد (Hitzfelder *et al*., 2006). لازم به ذکر است با افزایش سن بچه‌ماهیان، امکان تطابق آن‌ها با شوری پایین نیز ممکن شده و می‌توان سوکلاهای جوان را در شوری ۵ قسمت در هزار با موفقیت پرورش داد (Resley *et al*., 2006).

پرورش تجاری ماهی سوکلا

نیازمندی‌های غذایی

ماهی سوکلا گونه‌ای گوشتخوار است، اما نوع طعمه دلخواه به سن و فاز رشدی آن بستگی دارد. بچه‌ماهیان این گونه اساسا از زئوپلانکتون‌ها تغذیه می‌کنند. در مرحله جوانی منبع تغذیه این ماهی بی‌مهرگان کف‌زی بوده و در نهایت بالغین به سمت رژیم غذایی ماهیخواری تمایل پیدا می‌کنند که عمدتا شامل گربه‌ماهیان و مارماهیان است (Fatedar and Minh Sang, 2011). جدول ۱ محدوده تقریبی نیازمندی‌های غذایی ماهی سوکلا را نشان داده است.

جدول ۱: محدوده تقریبی نیازمندی‌های غذایی ماهی سوکلا (*Rachycentrom conadum*) (Fraser and Davies, 2009; Webb *et al*., 2010)

شاخص	مقدار
پروتئین (درصد)	۴۴-۵۲
چربی (درصد)	۵-۱۵
کربوهیدرات (درصد)	-
نسبت پروتئین به انرژی ناخالص (میلی‌گرم به کیلوژول)	۳۳/۸

همان‌طور که عنوان شد، ماهی سوکلا گونه‌ای گوشتخوار است، بنابراین در فرمولاسیون جیره غذایی این ماهی، باید به پروتئین اولویت داده شود. بر اساس پژوهش Chou و همکاران (۲۰۰۱)، میزان بهینه پروتئین خام در جیره سوکلا برای دستیابی به حداکثر رشد و حداقل ضریب تبدیل، ۴۴/۵ درصد است. اطلاعات پیرامون نیازمندی ماهی سوکلا به آمینواسیدهای ضروری بسیار محدود است. عنوان شده است میزان نیاز به متیونین در سوکلا به منظور حصول بیشینه رشد و کمینه ضریب تبدیل غذا، ۱/۱۹ درصد از وزن خشک جیره یا ۲/۶۴ درصد از پروتئین خام جیره است. همچنین این مقادیر برای لایزین ۳/۲ درصد از وزن خشک جیره یا ۶/۲ درصد از پروتئین خام جیره است (Zhou *et al*., 2006 and 2007).

لاروها و بچه‌ماهیان سوکلا به مقادیر بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع بلندزنجیره شامل آراشیدونیک اسید، ایکوزاپنتانوئیک اسید و دکوزاهگزانوئیک اسید نیاز دارند که موارد ذکر شده، تقریباً ۸۰ درصد از کل محتوای چربی زرده را در تخم ماهی سوکلا دربر می‌گیرند (Holt *et al*., 2007). در تخم و لارو یک روزه سوکلا، نسبت دکوزاهگزانوئیک اسید به ایکوزاپنتانوئیک اسید برابر ۳/۳ و نسبت ایکوزاپنتانوئیک اسید به آراشیدونیک اسید برابر ۲/۲ است (Faulk and Holt, 2003). حداقل سطح چربی مورد نیاز در جیره بچه‌ماهیان سوکلا ۵/۷۶ درصد است (Chou *et al*., 2001). سطح چربی خام بالاتر از ۱۵ درصد، از مصرف غذا کاسته و منجر به کاهش رشد شده و علاوه بر این با چرب کردن لاشه ماهی از بازارپسندی آن خواهد کاست (Wang *et al*., 2005). علاوه بر این، روغن ماهی که منبع اصلی تامین چربی در جیره ماهیان دریایی نظیر سوکلا است، قیمت بالایی داشته و استفاده از آن هزینه تولید را افزایش می‌دهد (Craig *et al*., 2006). در نتیجه، توصیه شده است که سطح چربی خام جیره ماهی سوکلا بین ۵ تا ۱۵ درصد تنظیم شود که این میزان در مراحل ابتدایی زندگی کمتر بوده و به‌تدریج و با رشد ماهی افزوده می‌شود (Sargent *et al*., 1999).

با توجه به رژیم غذایی گوشتخواری در ماهی سوکلا، کربوهیدرات‌ها نقشی در فرمولاسیون جیره این ماهی ایفا نکرده و بنابراین در منابع علمی منتشر شده در زمینه تغذیه سوکلا، اشاره‌ای به این ماده غذایی نشده و سطح مطلوبی برای وجود کربوهیدرات در جیره این گونه تعیین نشده است. با این وجود، باید توجه داشت که جیره‌های تجاری مورد استفاده برای تغذیه سوکلا به‌طور کامل عاری از کربوهیدرات نیست، چراکه وجود برخی از کربوهیدرات‌ها نظیر نشاسته و گلوتن ذرت برای تولید خوراک در دستگاه اکسترودر ضرورت دارد (Fraser and Davies, 2009).

ویتامین‌ها و مواد معدنی نقش مهمی در حفظ سلامتی و انجام صحیح فرآیندهای متابولیک در بدن ماهی ایفا می‌کنند. برای مثال، وجود ویتامین کولین در جیره ماهی سوکلا، نرخ رشد، کارایی غذا و بازماندگی را به‌طور معنی‌داری بهبود می‌بخشد. سطح نیازمندی به کولین در جیره سوکلا در محدوده ۹۵۰-۶۹۶ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره تعیین شده است (Fatedar and Minh Sang, 2011). علاوه بر این، با توجه به استفاده از روغن ماهی در جیره سوکلا و میزان بالای فساد اکسیداتیو در این ماده غذایی، استفاده از ویتامین‌های C و E که نقش آنتی‌اکسیدانی دارند در جیره این ماهی بسیار مهم بوده و بهتر است میزان استفاده از این ویتامین‌ها در جیره سوکلا بیشتر از سطوح توصیه شده در نظر گرفته شود. در مورد مواد معدنی مورد نیاز در جیره سوکلا به استثنای سلنیوم، اطلاعات جامعی در دست نیست. سلنیوم خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارد. نیاز به سلنیوم در مرحله جوانی در محدوده ۰/۸۱۱-۰/۷۸۸ میلی‌گرم سلنیوم با فرم مولکولی Seleno-DL-methionine در هر کیلوگرم جیره تعیین شده است (Liu et al., 2010).

دما عاملی اساسی در تعیین نیازمندی انرژی در ماهی سوکلا است. بهترین نرخ رشد و کارایی غذا برای ماهی سوکلا، در محدوده دمایی ۲۹-۲۷ درجه سانتیگراد مشاهده شده است (Sun and Chen, 2009). در خارج از این محدوده دمایی، از میزان مصرف غذا کاسته شده و در نتیجه نرخ رشد ماهی کاهش می‌یابد (Sun *et al*., 2006). یکی از روش‌های بهبود کارایی غذا استفاده از شیوه رشد جبرانی است. بدین منظور، ابتدا ماهیان چند هفته در دمای پایین‌تر از حد مطلوب (برای مثال ۱۰ هفته در دمای ۱۸ درجه سانتیگراد) نگهداری می‌شوند. سپس دمای مخازن تدریجا افزایش داده می‌شود تا به حد مطلوب برسد. در این حالت، نرخ رشد و کارایی غذا بهتر از حالتی است که ماهیان از ابتدا در دمای مطلوب نگهداری شوند (Schwarz *et al*., 2007). نسبت مطلوب پروتئین به انرژی در جیره سوکلا ۳۳/۸ میلی‌گرم پروتئین خام به ازای هر کیلوژول انرژی ناخالص است (Webb *et al*., 2010).

فرمولاسیون جیره غذایی

در فرمولاسیون جیره ماهی سوکلا باید به تامین مقدار کافی ماده مغذی و انرژی، جذابیت و خوش‌خوراکی، قیمت پایین و پروسه ساخت آسان توجه شود. قابلیت هضم ظاهری، یکی از مهم‌ترین معیارهای ارزیابی ارزش غذایی جیره است. Zhou و همکاران (۲۰۰۴)، میزان قابلیت هضم ظاهری مواد غذایی مختلف را در جیره ماهی سوکلا مورد ارزیابی قرار داده و مشاهده کردند که پودر ماهی و پودر گلوتن ذرت بیشترین و ترکیبات گیاهی پر فیبر کمترین قابلیت هضم ظاهری را در جیره این ماهی دارند. پژوهش‌های جدید بر استفاده از منابع پروتئین جایگزین پودر ماهی در جیره سوکلا تمرکز دارند. Chou و همکاران (۲۰۰۴) در پژوهشی با هدف جایگزینی نسبی کنجاله سویا به جای پودر ماهی در جیره ماهی سوکلا مشاهده کردند جایگزینی پودر ماهی با کنجاله سویا تا سطح ۴۰ درصد، تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های رشد و کارایی غذا نداشت، گرچه سطوح بالاتر جایگزینی به افت معنی‌دار شاخص‌های رشد منجر شد. Zhou و همکاران (۲۰۰۵) نیز در مطالعه‌ای مشابه مشاهده کردند که حداکثر سطح مطلوب جایگزینی کنجاله سویا در جیره سوکلا ۴۰ درصد است. علاوه بر این، Lunger و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند سوکلاهای تغذیه شده با جیره حاوی ۲۵ درصد پروتئین مخمر، دارای نرخ رشد و ضریب تبدیل غذایی برابر با تیمار شاهد تغذیه شده با جیره پایه پودر ماهی بودند. همچنین Salez و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای با هدف جایگزینی سبوس غنی شده با پروتئین با پودر و روغن ماهی در جیره سوکلا مشاهده کردند که جایگزینی پروتئین گیاهی به جای پودر ماهی در جیره ماهی سوکلای جوان بدون تاثیر معنی‌دار بر شاخص‌های رشد تا سطح حداکثر ۷۵ درصد امکان‌پذیر است. Van Nguyen و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای با هدف جایگزینی جیره گیاهی حاوی کنجاله آفتابگردان به جای جیره تجاری حاوی میزان بالای پروتئین جانوری با منشاء دریایی شامل پودر ماهی و پودر کریل در جیره بچه‌ماهیان انگشت‌قد سوکلا مشاهده کردند که در صورت استفاده از مکمل لایزین می‌تواند کمبود این آمینواسید ضروری در منابع گیاهی را جبران کند. همچنین با توجه به قابلیت دستگاه گوارش سوکلا برای ترشح آنزیم کیتیناز، می‌توان بخشی از جیره غذایی این ماهی را به سخت‌پوستانی نظیر میگوهای غیرشیلاتی اختصاص داد (Fines and Holt, 2010).

پرورش در قفس‌های دریایی

این شیوه مبتنی بر محصور کردن ماهی در محیط زیست طبیعی به‌وسیله قفس‌ها است. در مناطق شرق آسیا مانند کشور تایوان از قفس‌های شناور یا غوطه‌ور ۲۰۰۰-۱۰۰۰ مترمکعبی برای پرورش ماهی سوکلا استفاده می‌شود. قفس‌ها در مناطقی با دمای آب بالاتر از ۲۶ درجه سانتیگراد و جریان‌های دریایی مناسب مستقر می‌شوند تا کمبودی از نظر تامین اکسیژن به‌وجود نیاید. سوکلاهای جوان با حداقل وزن ۳۰ گرم قابلیت پرورش در قفس را دارند. برای تغذیه ماهیان پرواری از غذای تجاری پلت با درصد بالای پروتئین (حداقل ۴۵ و حداکثر ۵۲ درصد) استفاده می‌شود (FAO, 2021). دوره پرواربندی ۱/۵-۱ سال طول کشیده و با تولید ماهیان ۱۰-۶ کیلوگرمی خاتمه می‌یابد (Liao et al., 2004).

بیماری‌ها

عوامل اصلی بیماری‌زا در پرورش ماهی سوکلا شامل باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها و انگل‌ها می‌باشند. *Photobacterium* sp. مشکلی اساسی در پرورش ماهی سوکلا است. علایم بیماری شامل جراحات پوستی و ظهور دانه‌های سفیدرنگ روی بافت کلیه، کبد و طحال است. همچنین *Vibrio* sp. علایمی از قبیل تیرگی و جراحات پوستی، سستی، بیرون‌زدگی چشم، تورم شکم، رنگ‌پریدگی آبشش‌ها و اندام‌های خون‌ساز نظیر کبد و کلیه در سوکلا ایجاد می‌کند (McLean *et al*., 2008).

اطلاعات کمی پیرامون بیماری‌های ویروسی در ماهی سوکلا وجود دارد و انجام پژوهش‌های بیشتر در این زمینه در آینده ضروری است، اما به نظر می‌رسد که ویروس

نکروز عصبی (NNV) منجر به مرگ و میر در ماهی سوکلا می‌شود (Chi et al., 2003).

قارچ‌ها مشکل خاصی برای سوکلا ایجاد نمی‌کنند، چراکه مهم‌ترین عامل بیماری‌زای قارچی در ماهیان یعنی قارچ ساپرولگنیا صرفا در آب‌های شیرین وجود داشته و امکان بیماری‌زایی در ماهیان دریایی نظیر سوکلا را ندارد (Fatedar and Minh Sang, 2011).

انگل *Cryptocaryon irritans* که عامل بیماری لکه سفید دریایی است موجب مرگ‌ومیر در سوکلا می‌شود. ابتلا به انگل *Brooklynella* با علائمی نظیر بی‌رنگ شدن بدن، سستی و بی‌حالی همراه است. تاژکدار انگلی *Ichthyobodo* و تک‌یاخته مژکدار *Epistylis* نیز از پوست لارو سوکلا جدا شده‌اند. معمولا آلودگی ایجاد شده توسط این انگل‌ها با عفونت ثانویه همراه است (McLean *et al*., 2008). کرم‌های انگلی برگی‌شکل به‌وسیله بادکش‌ها و قلاب‌ها به میزبان متصل شده و زمینه را برای تهاجم عفونت‌های ثانویه فراهم می‌کنند. کرم‌های نواری نیز با استقرار درون دستگاه گوارش می‌توانند موجب کاهش نرخ رشد و کارایی تغذیه در ماهیان پرورشی شوند (Fatedar and Minh Sang, 2011). سخت‌پوستان انگلی نظیر شپشک آبی (*Caligus lalandei*) نیز به سطح بدن چسبیده و با ایجاد عفونت ثانویه منجر به مرگ ماهی می‌شوند (McLean *et al*., 2008).

برداشت محصول و بازاریابی

ماهی سوکلا دارای ارزش غذایی قابل توجهی است. گوشت این ماهی دارای سطح مناسبی از برخی ویتامین‌ها و مواد معدنی شامل E، B_{12}، نیاسین، پتاسیم و سدیم است. همچنین میزان کلسترول در گوشت این ماهی تنها ۷۰۰ میلی‌گرم به‌ازای هر کیلوگرم است. میزان پایین کلسترول در گوشت، یکی از شاخص‌های مطلوبیت مواد غذایی محسوب می‌شود، چراکه این ماده لیپیدی تاثیرات مخربی بر سیستم قلب و عروق انسان دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به تصلب شرایین اشاره کرد (Fatedar and Minh Sang, 2011). همان‌طور که پیشتر اشاره شد، ماهی سوکلا در طی یک سال به وزن ۶ کیلوگرم می‌رسد و در صورت ادامه دوره پرورش، رسیدن به اوزان بالاتر (۱۰ کیلوگرم یا بیشتر) نیز امکان‌پذیر است. بدیهی است ماهیانی با اندازه بزرگ‌تر، ارزش غذایی بیشتر، طعم و مزه بهتر و در نتیجه قیمت بالاتری نیز دارند. ماهی سوکلا را می‌توان به‌صورت کامل و یا سر و دم زده عرضه کرد که معمولا ماهیانی با وزن بالاتر به‌صورت کامل عرضه می‌شوند. شیوه معمول در برداشت محصول سوکلا، گرسنه نگاه داشتن ماهی یک روز پیش از صید است. ماهی‌ها پس از صید کشته شده و امعاء و احشای آن‌ها تخلیه می‌شود. سپس لاشه ماهیان در بین لایه‌هایی از یخ داخل جعبه‌های عایق قرار گرفته و به بازار منتقل می‌شوند. علاوه بر عرضه ماهی کامل، امکان فرآوری آن جهت تولید محصولات با ارزش افزوده بالا نظیر فیله، فیش‌برگر و خمیر ماهی نیز وجود دارد (Liao *et al*., 2004). این امر می‌تواند علاوه بر سودآوری بیشتر به احداث صنایع تبدیلی در منطقه و رونق اشتغال‌زایی کمک کند، اما باید توجه داشت که آن‌چه در فرآوری محصول حائز اهمیت است توجه به سلیقه مصرف‌کنندگان و میزان کشش بازار مصرف است.

ارزیابی اقتصادی

ماهی سوکلا از گونه‌های بسیار ارزشمند ماهیان پرورشی در عرصه جهانی محسوب می‌شود که طی سال‌های اخیر توجه فراوانی را در کشورهای مختلف دنیا خصوصا منطقه جنوب‌شرق آسیا و آمریکای لاتین به خود جلب کرده است. گوشت این ماهی به‌دلیل دارا بودن خصوصیاتی از قبیل طعم مطلوب، میزان بالای ویتامین‌ها، مواد معدنی و اسیدهای چرب ضروری امگا-۳ در کنار سطح پایین کلسترول از ارزش غذایی بالایی برخوردار بوده و به‌تبع آن بازارپسندی مناسبی نیز دارد. همچنین سرعت رشد این ماهی بسیار بالا است، به‌طوری‌که ظرف یک سال می‌تواند در محیط پرورش به وزن ۶ کیلوگرم برسد که رقم بسیار قابل توجهی است. بنابراین پرواضح است که ارزش غذایی بالا، قیمت قابل توجه، سرعت رشد بالا، دوره نسبتا کوتاه

پرورش و مقاومت به بیماری‌ها و شرایط نامساعد محیطی در کنار فراهم بودن امکان دسترسی به تخم و لارو این ماهی در آب‌های جنوب کشور در مجموع سبب شده است تا پرورش این ماهی دارای توجیه اقتصادی بالایی بوده و در صورت مبادرت به سرمایه‌گذاری در این زمینه، سود بالایی را برای پرورش‌دهندگان به‌همراه داشته باشد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به مطالب بیان شده، مشخص است که ماهی سوکلا به دلیل داشتن مزایایی از قبیل وجود ذخایر طبیعی در جنوب کشور و در نتیجه سهولت دسترسی به مولدین، رشد سریع، تراکم‌پذیری، بازارپسندی و ارزش بالای تجاری، پتانسیل بالایی برای پرورش داشته و می‌تواند به‌عنوان گونه‌ای مناسب جهت گسترش صنعت آبزی‌پروری کشورمان محسوب شود. در نتیجه، انجام پژوهش‌های بیشتر در زمینه اهلی‌سازی و اصلاح نژاد، دستیابی به بیوتکنیک تکثیر و پرورش و همچنین تغذیه این گونه ارزشمند توسط محققان رشته شیلات در آینده ضرورت دارد تا به تنوع‌بخشی هرچه بیشتر گونه‌های آبزیان پرورشی در کشورمان کمک کند.

توصیه‌های ترویجی

- با توجه به این‌که مشکل اصلی در آبزی‌پروری سوکلا در کشورمان تولید انبوه بچه‌ماهی است، لازم است طی فرآیندی بلندمدت جمعیت‌های اهلی و شناسنامه‌دار این ماهی در محیط کنترل شده و دارای قابلیت کنترل دما پرورش داده شوند تا امکان تولید بچه‌ماهی مورد نیاز پرورش‌دهندگان در بخش خصوصی فراهم شود.

- بهترین روش برای تکثیر ماهی سوکلا، شیوه نیمه‌طبیعی با استفاده از استخرهای مدور است.

- توصیه می‌شود لارو سوکلا با روتیفر و ناپلی آرتمیای غنی شده با اسیدهای چرب ضروری تغذیه شود تا نرخ بقا افزایش یابد.

- پرورش ماهی سوکلا باید در دمای ۲۹-۲۷ درجه سانتیگراد انجام شود تا کارایی غذا حداکثر باشد.

- بهتر است سطح چربی خام در جیره سوکلا حداکثر ۱۵ درصد باشد، در غیر این‌صورت کارایی غذا و کیفیت لاشه کاهش می‌یابد.

منابع

اسدی، ه. و دهقانی پشترودی، ر. ۱۳۷۵. اطلس ماهیان خلیج فارس و دریای عمان. سازمان تحقیقات و آموزش شیلات ایران، تهران، ۲۲۶ ص.

فلاحتکار، ب. و جاوید رحم‌دل، ک. ۱۳۹۹. راهنمای عملی تکثیر و پرورش ماهی سوف سفید. انتشارات دانشگاه گیلان، رشت، ۲۰۲ ص. (در حال چاپ)

فلاحتکار، ب.، جاوید رحم‌دل، ک. و پورسعید، س. ۱۳۹۹. اصول مدیریت سیستم‌های آبزی‌پروری مداربسته. انتشارات تحقیقات آموزش کشاورزی، تهران، ۱۶۰ ص.

ولی‌نسب، ت.، اشتری، ش.، صدقی معروف، ن. و دقوقی، ب. ۱۳۸۷. بررسی خصوصیات زیستی تولیدمثل ماهی سوکلا *Rachycentron canadum* در آب‌های خلیج فارس (استان هرمزگان). مجله علمی شیلات ایران، ۱۷: ۱۵۲-۱۴۳.

Arnold, C. R., Kaiser, J. B. and Holt, G. J. 2002. Spawning of cobia *Rachycentron canadurn* in captivity. Journal of the World Aquaculture Society, 33: 205-208

Benetti, D. D., O'Hanlon, B., Rivera, J. A., Welch, A. W., Maxey, C. and Orhun, M. R. 2010. Growth rates of cobia (*Rachycentron canadum*) cultured in open ocean submerged cages in the Caribbean. Aquaculture, 302: 195-201.

Brown-Peterson, N. J., Overstreet, R. M., Lotz, J. M., Franks, J. S. and Burns, K. M. 2001. Reproductive biology of cobia, *Rachycentron canadum*, from coastal waters of the southern United States. Fisheries Bulletin, 99: 15-28.

Chi, S. C., Shieh, J. R. and Lin, S. 2003. Genetic and antigenic analysis of betanodaviruses isolated from aquatic

organisms in Taiwan. Diseases of Aquatic Organisms, 55: 221-228.

Chou, R. L., Su, M. S. and Chen, H. Y. 2001. Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). Aquaculture, 193: 81-89.

Chou, R. L., Her, B. Y., Su, M. S., Wang, G. H., Wu, Y. H. and Chen, H. Y. 2004. Substituting fish meal with soybean meal in diets of juvenile cobia *Rachycentron canadum*. Aquaculture, 229: 325-333.

Craig, S. R., Schwarz, M. H. and Mclean, E. 2006. Juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) can utilize a wide range of protein and lipid levels without impacts on production characteristics. Aquaculture, 261: 384-391.

FAO, 2021. https://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/query/en.

Faulk, C. K. and Holt, G. J. 2003. Lipid nutrition and feeding of cobia (*Rachycentron canadum*) larvae. Journal of the World Aquaculture Society, 34: 368-378.

Faulk, C. K. and Holt, G. J. 2008. Biochemical composition and quality of captive-spawned cobia *Rachycentron canadum* eggs. Aquaculture, 279: 70-76.

Fines, B. C. and Holt, G. J. 2010. Chitinase and apparent digestibility of chitin in the digestive tract of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. Aquaculture, 303: 34-39.

Fotedar, R. and Minh Sang, H. 2011. Cobia culture. In: Fotedar, R. and Phillips, B. F. (eds.), Recent Advances and New Species in Aquaculture, Wiley-Blackwell, Oxford, UK, pp. 179-198.

Franks, J. S., Ogle, J. T., Lotz, J. M., Nicholson, L. C., Barnes, D. N. and Larson, K. M. 2001. Spontaneous spawning of cobia, *Rachycentron canadum*, induced by human chorionic gonadotropin (hCG), with comments on fertilization, hatching, and larval development. Proceedings Caribbean Fisheries International, 52: 598-609.

Fraser, T. W. K. and Davies, S. J. 2009. Nutritional requirements of cobia, *Rachycentrom conadum* (Linnaeus): a review. Aquaculture Research, 40: 1219-1234.

Hitzfelder, G. M., Holt, G. J., Fox, J. M. and Mckee, D. A. 2006. The effect of rearing density on growth and survival of cobia, *Rachycentron canadum*, larvae in a closed recirculating aquaculture system. Journal of the World Aquaculture Society, 37: 204-209.

Holt, G. J., Faulk, C. K. and Schwarz, M. H. 2007. A review of the larviculture of cobia *Rachycentron canadum*, a warm water marine fish. Aquaculture, 268: 181-187.

Kaiser, J. B. and Holt, G. J. 2005. Species Profile Cobia, Report Number 7202. Southern Regional Aquaculture Center, Stoneville, Mississippi, USA, 6 p.

Liao, I. C., Huang, T. S., Tsai, W. S., Hsueh, C. M., Chang, S. L. and Leaño, E. M. 2004. Cobia culture in Taiwan: current status and problems. Aquaculture, 237: 155-165.

Liu, K., Wang, X. J., Ai, Q., Mai, K. and Zhang, W. 2010. Dietary selenium requirement for juvenile cobia, *Rachycentron canadum* L. Aquaculture Research, 41:594-601.

Lunger, A. N., Craig, S. R. and Mclean, E. 2006. Replacement of fish meal in cobia (*Rachycentron canadum*) diets using an organically certified protein. Aquaculture, 257: 393-399.

McLean, E., Salze, G. and Craig, S. R. 2008. Parasites, diseases and deformitties of cobia. Ribarstvo, 66: 1-16.

Resley, M. J., Webb, K. A. and Holt, G. J. 2006. Growth and survival of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, at different salinities in a recirculating aquaculture system. Aquaculture, 253: 398-407.

Salze, G., Mclean, E., Battle, P. R., Schwarz, M. H. and Craig, S. R. 2010. Use of soy protein concentrate and novel ingredients in the total elimination of fish meal and fish oil in diets for juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. Aquaculture, 298: 294-299.

Sargent, J., McEvoy, L., Estevez, A., Bell, G., Bell, M., Henderson, J. and Tocher, D. 1999. Lipid nutrition of marine fish during early development: current status and future directions. Aquaculture, 179: 217-229.

Schwarz, M. H., Mowry, D., Mclean, E. and Craig, S. R. 2007. Performance of advanced juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, reared under different thermal regimes: evidence for compensatory growth and a method for cold banking. Journal of Applied Aquaculture, 19: 71-84.

Smith, J. W. 1995. Life history of cobia, *Rachycentron canadum*, (Osteichthyes: Rachycentridae), in North Carolina waters. Brimleyana, 23: 1-23.

Sun, L. H., Chen, H. R. and Huang, L. M. 2006. Effect of temperature on growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). Aquaculture, 261: 872-878.

Sun, L. H. and Chen, H. R. 2009. Effects of ration and temperature on growth, fecal production, nitrogenous excretion and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). Aquaculture, 292: 197-206.

Van Der Velde, T. D., Griffiths, S. P. and Fry, G. C. 2010. Reproductive biology of the commercially and recreationally important cobia *Rachycentron canadum* in northeastern Australia. Fisheries Science, 76: 33-43.

Van Nguyen, M., Rønnestad, I., Buttle, L., Van Lai, H. and Espe, M. 2014. Evaluation of a high plant protein test diet for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) in comparison to commercial diets. Journal of Agricultural and Crop Research, 2: 117-125.

Wang, J. T., Liu, Y. J., Tian, L. X., Mai, K. S., Du, Z. U., Wang, Y. and Yang, H. J. 2005. Effect of dietary lipid level on growth performance, lipid deposition, hepatic lipogenesis in juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). Aquaculture, 249: 439-447.

Webb, K. A., Rawlinson, L. T. and Holt, G. J. 2010. Effects of dietary starches and the protein to energy ratio on growth and feed efficiency of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. Aquaculture Nutrition, 16: 447-456.

Zhou, Q. C., Tan, B. P., Mai, K. S. and Liu, Y. H. 2004. Apparent digestibility of selected feed ingredients for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. Aquaculture, 241: 441-451.

Zhou, Q. C., Mai, K. S., Tan, B. P. and Liu, Y. J. 2005. Partial replacement of fishmeal by soybean meal in diets for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). Aquaculture Nutrition, 11: 175-182.

Zhou, Q. C., Wu, Z. H., Tan, B. P., Chi, S. Y. and Yang, Q. H. 2006. Optimal dietary methionine requirement for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). Aquaculture, 258: 551-557.

Zhou, Q. C., Wu, Z. H., Chi, S. Y. and Yang, Q. H. 2007. Dietary lysine requirement of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). Aquaculture, 273: 634-640.

Propagation and rearing of Cobia (*Rachycentrom conadum*) - a review

Javid Rahmdel K.; Falahatkar B. *

Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran

Received : June 2020 Accepted: January 2020

Abstract

One of the necessities for aquaculture development is approaching to cultivation of new species. Among new species, marine fishes have high importance due to advantages like high growth rate and viability for cage culture. Cobia (*Rachycentrom conadum*) is one of the endemic marine fish in southern Iran. Cobia has a high potential for aquaculture due to its characteristics such as rapid growth, lower puberty age, delicious taste and high market value. This species is cultivating in different countries around the world, specially southeast Asia since the 90s, but there is no significant experience on commercial rearing of this valuable species in Iran so far. There are considerable stocks of cobia in southern Iran, specially in the Persian Gulf which eases access to its eggs and fries. Development in aquaculture of cobia depends on access to sufficient information about propagation and rearing of this valuable species. Therefore, the present paper evaluated practical manual for propagation and rearing of cobia.

Keywords: Cage culture, Spawning in captivity, Cobia, Marine fish, Hormone therapy.

*Corresponding author: falahatkar@guilan.ac.ir