# بررسی نیازهای تغذیه‌ای و ارزش خوراکی ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*)

سجاد پورمظفر[1*] ، حسین رامشی[1]، مجتبی ذبایح نجف آبادی [2]، منصور طرفی موزان زاده[2]، رضا نهاوندی[3]

۱. ایستگاه تحقیقات نرمتنان خلیج فارس، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرلنگه، ایران.
۲. پژوهشکده آبزی پروری جنوب کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.
۳. موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

*نویسنده مسئول :Sajjad5550@gmail.com

**چکیده**

ماهی سوکلا یکی از مهمترین گونه‌ها در صنعت آبزی‌پروری جهان می‌باشد. این گونه، رشد سریعی دارد و قادر است به ۴ تا ۶ کیلوگرم در یک سال برسد. این ماهی گوشت‌خوار بوده به طوری که نیاز پروتئینی و چربی آن به ترتیب ۴۴/۵ و ۵/۷۶ درصد می‌باشد. همچنین برای رسیدن به ضریب رشد ویژه مطلوب به ۲۱/۱ درصد کربوهیدرات در جیره غذایی احتیاج دارد. در طبیعت، ماهی عمده‌ترین رژیم غذایی سوکلا با ۹۵/۳ درصد را به خود اختصاص داده است و پس از آن اسکوئید (۳/۱ درصد)، خرچنگ (۱/۵ درصد) و میگو (۰/۰۷ درصد) در رتبه‌های بعد می‌باشند. میزان پروتئین و چربی در گوشت فیله شده سوکلا به ترتیب ۲۰/۳ و ۶ درصد از وزن تر بود. مجموع ایکوزاپنتانوئیک اسید و دوکوزاهگزانوئیک اسید در گوشت ماهی سوکلا ۰/۲ گرم به ازای هر ۱۰۰ گرم گوشت بود. هزینه‌های مربوط به غذا، تأمین بچه ماهی انگشت قد و هزینه کارگری از مهمترین هزینه‌های عملیاتی در پرورش ماهی سوکلا در قفس می‌باشد. ماهی سوکلا به عنوان یک گونه بومی به¬دلیل رشد سریع گزینه‌ی مناسبی برای معرفی به قفس‌های دریایی در ایران می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** ماهی سوکلا، گوشت‌خوار، نیاز غذایی

**مقدمه**

یکی از مهمترین گونه از ماهیان دریایی که در طی سال‌های اخیر در بعضی از کشورها از قبیل تایوان، چین و ویتنام مورد توجه قرار گرفته است، ماهی سوکلا (*Rachycetron canadum*) می‌باشد. این ماهی در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری (به جز ناحیه مرکزی و شرقی اقیانوس اطلس) یافت می‌شود (Estrada et al., 2016). اولین اسناد در مورد ماهی سوکلا مربوط به سال ۱۷۶۶ توسط Alexander Garden منتشر شد که در آن زمان این ماهی با نام علمی *Gasterosteus canadus* شناخته می‌شد (Benetti et al., 2021). براساس آخرین آمار که توسط سازمان خواروبار کشاورزی منتشر شده است، تا به امروز ۲۳ کشور اقدام به تولید ماهی سوکلا کرده‌اند (FAO, 2016). براساس آخرین آمار موجود، میزان تولیدات ماهی سوکلا در جهان به بیش از ۵۳۰۰۰ تن در سال ۲۰۲۰ رسیده است که رشد ۳ درصدی نسبت به سال قبل داشته است. کشورهای چین، تایوان، پاناما و ویتنام به عنوان بزرگترین کشورهای تولیدکننده این گونه در جهان شناخته می‌شوند (Benetti et al., 2021). ارزش بازار جهانی ماهی سوکلا در سال ۲۰۱۳ با تولید ۴۳۰۰۰ تنی به حدود ۷۴/۷ میلیون دلار می‌رسید (Estrada et al., 2016). کشور چین و تایوان به ترتیب بزرگترین صادرکننده و واردکننده این گونه در جهان شناخته می‌شود (Tridege.com, 2021). این ماهی یکی از گونه‌های پرورشی سریع‌الرشد، سازگار با شرایط اسارت و مناسب برای پرورش در قفس می‌باشد؛ با این حال نیازهای فیزیولوژیکی، تغذیه‌ای و محیطی بیشتری نسبت به سایر ماهیان دریایی تجاری مورد نیاز می‌باشد که برآورده کردن آن نیز سخت و دشوار است (Benetti et al., 2021). در مطالعه‌ای میزان رشد ماهی سوکلا با سرخو (*Lutjanus analis*) مورد مطالعه قرار بررسی قرار گرفت. بر همین اساس در روز ۴۵ بعد از تفریخ ماهی سوکلا دارای وزن ۵/۵ گرم و طول ۱۱/۵ سانتیمتر بود در حالی که ماهی سرخو ۰/۲ گرم وزن و ۲ سانتیمتر طول داشت. بعد از ۱۰ تا ۱۲ ماه نگهداری در قفس‌های دریایی وزن ماهی سوکلا ۴ تا ۶ کیلوگرم بود، در حالی که سرخو وزنی بین ۰/۴ تا ۰/۶ کیلوگرم داشت (Benetti et al., 2010).

**نیازهای تغذیه‌ای ماهی سوکلا**

بیشتر مطالعات تغذیه‌ای در ماهی سوکلا در وزن‌های ۵ تا ۵۰ گرم انجام گرفته است. به هر حال، تفاوت در نیاز تغذیه‌ای بین ماهیان نوجوان و بازاری، حتی اگر حداقل باشد، اما از لحاظ تجاری اهمیت زیادی دارد. بیش از ۸۰ درصد غذای استفاده شده در پرورش ماهی سوکلا زمانی است که ماهیان دارای وزن‌های بالاتر (بیشتر از ۲ تا ۸-۴ کیلوگرم) می‌باشد. Chou و همکاران (۲۰۰۱) اولین مقاله در خصوص نیازهای پروتئینی ماهی سوکلا را منتشر کردند. آن‌ها میزان پروتئین مورد نیاز این ماهی را ۴۴/۵ درصد در مرحله نوجوان عنوان کردند. در مطالعه‌ای دیگر Craig و همکاران (۲۰۰۶) اقدام به بررسی غذای حاوی دو سطح پروتئین (۴۰ و ۵۰ درصد) و سه سطح چربی (۶، ۱۲ و ۱۸ درصد) در ماهیان ۷/۴ و ۴۹/۳ گرمی سوکلا کردند. بیشترین میزان رشد در تیمار حاوی ۵۰ درصد پروتئین و ۱۲ درصد چربی به ثبت رسید، با این حال تفاوت معنی‌داری از لحاظ افزایش وزن میان تیمارها مشاهده نشد. در ماهیان ۴۹/۳ گرمی میزان پروتئین تأثیری در افزایش رشد نداشت، اما در ماهیان تغذیه شده با ۱۸ درصد چربی کمترین میزان رشد به ثبت رسید که دارای اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارها بود. میزان پروتئین استفاده شده در غذای ماهیان براساس پروفایل آمینواسیدهای قابل هضم و کمیت آن‌ها تعیین می‌شود (Benetti et al., 2021). مطالعات در زمینه اسیدآمینه مورد نیاز ماهی سوکلا محدود می‌باشد. بر همین اساس Zhou و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند که بیشترین رشد و کمترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار حاوی اسیدآمینه‌های متیونین و سیستئین به میزان

۱/۱۹ و ۰/۶۷ درصد به ازای وزن خشک غذا مشاهده شد. در مطالعه دیگر میزان متیونین مورد نیاز ماهیان نوجوان سوکلا ۲۶/۹ گرم بر کیلوگرم پروتئین جیره تخمین زده شد. حد مناسب متیونین در جیره غذایی ماهی سوکلا موجب افزایش رشد و بیان ژن‌های IGF- (فاکتور رشد شبیه انسولین) و TOR شد (Chi et al., 2020). میزان لیزین مورد نیاز ماهی سوکلا نیز ۲/۳۳ درصد وزن خشک غذا یا ۵/۳۰ درصد پروتئین جیره می‌باشد. آرژنین به میزان ۲/۸۵ درصد در جیره (برابر با ۶/۲۰ درصد در پروتئین جیره) و ۲/۸۲ درصد در جیره (برابر با ۶/۱۳ درصد در پروتئین جیره) به ترتیب موجب افزایش ضریب رشد ویژه و بازده جیره غذایی شد (Ren et al., 2014).

میزان چربی مورد نیاز در جیره غذایی ماهیان نوجوان سوکلا حدود ۵/۷۶ درصد می‌باشد (Chou و همکاران، ۲۰۰۱). در مطالعه‌ای دیگر، Wang و همکاران (۲۰۰۵) اقدام به بررسی جیره غذایی حاوی سطوح مختلف چربی (۵، ۱۵ و ۲۵ درصد) با پروتئین ۴۷ درصد در ماهیان سوکلا با وزن ۷/۷ گرم کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که اختلاف معنی‌داری در میزان رشد در ماهیان تغذیه شده با ۵ و ۱۵ درصد چربی مشاهده نشد. اما میزان غذای مصرفی در ماهیان تغذیه شده با ۲۵ درصد چربی کاهش معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها داشت. بنابراین کاهش رشد در جیره‌های غذایی بالای ۱۵ درصد به دلیل کاهش مصرف غذا بود.

برای تأمین کربوهیدرات در غذاهای تجاری ماهی سوکلا از نشاسته و غلات استفاده می‌شود. Schwarz و همکاران (۲۰۰۷) گزارش دادند که ماهی سوکلا قادر به استفاده از منابع کربوهیدراتی با وزن کم مولکولی همچون دکتسرین به میزان حداکثر ۳۶۰ گرم در هر کیلوگرم غذا می‌باشد. در مطالعه‌ای دیگر، Webb و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که در رژیم غذایی دارای نسبت پروتئین به انرژی ۳۴ میلی‌گرم پروتئین به ازای هر کیلوژول، ماهی سوکلا قادر به استفاده از کربوهیدرات به میزان ۳۴۰ گرم در هر کیلوگرم غذای خشک می‌باشد. Ren و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که برای رسیدن به ضریب رشد ویژه و ضریب کارایی غذای مطلوب در ماهیان نوجوان سوکلا، میزان کربوهیدرات در جیره غذایی به ترتیب ۲۱/۱ و ۱۸ درصد باشد (Ren et al., 2011).

ویتامین‌ها به مقدار کم در جیره غذایی ماهیان مورد استفاده قرار می‌گیرد. همین مقدار اندک برای رشد، سلامتی و تکثیر ضروری می‌باشد. برای رسیدن به بهترین عملکرد رشدی در ماهیان نوجوان سوکلا به ۶۹۶ میلی‌گرم در هر کیلوگرم غذا کولین (ویتامین $B_4$) به صورت کولین کلراید احتیاج می‌باشد (Mai et al., 2009). Liu و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که ضریب رشد ویژه زمانی که میزان ویتامین پیریدوکسین ($B_6$) از ۰/۲۲ به ۳/۸۷ میلی‌گرم در هر کیلوگرم غذا افزایش می‌یابد، بهبود پیدا می‌کند. همچنین رژیم‌های غذایی که حاوی بیش از ۳/۸۷ میلی‌گرم در هر کیلوگرم پیریدوکسین بود، تفاوتی در میزان ضریب رشد ویژه ماهیان مشاهده نشد. این محققین براساس ضریب رشد ویژه، میزان ۳/۰۹ و ۲۶۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم غذا را برای ماهی سوکلا ضروری دانستند. به علاوه و Wang همکاران (۲۰۰۶) برآورد کردند که میزان مطلوب ویتامین‌های توکوفرول (E)، آسکوربیک اسید (C)، کولین و اینوزیتول ($B_8$) برای ماهیان نوجوان سوکلا به ترتیب ۴۵، ۷۵۰، ۳۰۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم غذا می‌باشد. توکوفرول نقش مهمی در رشد، پراکسیداسیون چربی‌ها و تقویت سیستم ایمنی در ماهیان نوجوان سوکلا دارد. در مطالعه‌ی دیگر میزان توکوفرول مورد نیاز سوکلا برای بهبود رشد و فعالیت آنزیم لیزوزیم ۷۸ تا ۱۱۱ میلی‌گرم در هر کیلوگرم غذا در نظر گرفته شد (Zhou et al., 2013).

میزان منگنز مورد نیاز ماهیان نوجوان سوکلا ۲۴/۹۳ میلی‌گرم در هر کیلوگرم غذا به شکل سولفات منگنز می‌باشد (Liu et al., 2013). این ماده معدنی در بقا، افزایش رشد و بهبود ضریب کارایی غذا در ماهی سوکلا نقش دارد. حداقل روی مورد نیاز برای ماهیان نوجوان

سوکلا ۴۲/۸۶ میلی‌گرم در هر کیلوگرم غذا برآورد شد. با افزایش میزان روی در جیره غذایی ماهی سوکلا، بقا، رشد و فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز سرم افزایش یافت (Xu et al., 2007). Yang و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که میزان مطلوب آهن و روی برای تأثیرگذاری در بقا و رشد ماهی سوکلا به ترتیب ۲۰۰ و ۱۱۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم جیره غذایی می‌باشد.

در طبیعت ماهی سوکلا گوشت‌خوار بوده که بیشتر ماهیان را ترجیح می‌دهد. در مطالعه‌ای رژیم غذایی ماهی سوکلا صید شده از طبیعت در آب‌های کشور مالزی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که رژیم غذایی سوکلا شامل ماهی (۹۵/۳ درصد)، اسکوئید (۳/۱ درصد)، خرچنگ (۱/۵ درصد) و میگو (۰/۰۷ درصد) بود. به علاوه، میگو در رژیم غذایی ماهیان نر سوکلا یافت نشد، در حالی که در ماهیان ماده با اندازه ۸۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر یافت شد. همچنین در رژیم غذایی این ماهی با اندازه بیش از ۱۲۰ سانتی‌متر خرچنگ مشاهده نشد (Zulhusni et al., 2017). اما در مطالعه دیگر، دقوقی و همکاران (۱۳۸۵) گزارش دادند که اولویت غذایی ماهی سوکلای صید شده در خلیج‌فارس به ترتیب ماهیان استخوانی (۷۶ درصد)، سخت‌پوستان (۲۵ درصد)، نرم‌تنان (۱۱ درصد) و غذای فرعی به همراه ماهیان غضروفی (۲/۲ درصد) می‌باشد. در بین ماهیان استخوانی شکار شده توسط این ماهی موتو ماهیان (خانواده Engraulidae)، در بین سخت‌پوستان، خرچنگ آبی (خانواده Portunidae) و در بین نرم‌تنان ماهیان مرکب بیشترین سهم را به خود اختصاص داده بودند. از ماهیان غضروفی، تنها سفره‌ماهی دم‌کوتاه (*Himantura walga*) در معده ماهی سوکلا مشاهده شد. معمولاً تراکم سخت‌پوستان در آب‌های کم عمق و ساحلی همچون خلیج‌فارس بیشتر از آب‌های عمیق می‌باشد (دقوقی و همکاران، ۱۳۸۵). لذا به نظر می‌رسد عمق بیشتر آب‌های کشور مالزی منجر به دسترسی کمتر این ماهی به سخت‌پوستان شده است.

**ارزش خوراکی گوشت سوکلا**

در مطالعه‌ای ارزش غذایی گوشت ماهی سوکلا به همراه ماهیان سی باس آسیایی (*Lates calcarifer*)، تیلاپیا (*Oreochromis* spp.)، تک‌شاخ ماهی (*Aluterus monoceros*) و ماهی هوکی (*Macruronus magellanicus*) براساس وزن تر بررسی شد (Karl et al., 2014). در این مطالعه کمترین میزان چربی به ترتیب در ماهی تک‌شاخ ماهی (۰/۴ درصد) و سوکلا (۰/۸ درصد) اندازه‌گیری شد. در حالی که در ماهیان پرورشی سوکلا حداکثر میزان چربی به ۶ درصد در عضله پشتی رسید (Liu et al., 2009). همچنین در مطالعه‌ای دیگر میزان چربی در عضله ماهی سوکلا تغذیه شده با غذای مرطوب و پلت به ترتیب برابر با ۴/۱۹ و ۳/۷۶ درصد بود (Landuci et al., 2019). در مطالعه Karl و همکاران (۲۰۱۴) میزان پروتئین در گوشت سوکلا برابر با ۲۰/۳ درصد بود که بالاترین مقدار در بین ماهیان مقایسه شده بود. میزان خاکستر در ماهی سوکلا تفاوت معنی‌داری با ماهی تیلاپیا، سی باس و ماهی هوک نداشت اما میزان خاکستر در این ماهی کمتر از ماهی تک‌شاخ بود. مجموع ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (DPA) در گوشت ماهی سوکلا و سی باس به ۰/۲ گرم به ازای هر ۱۰۰ گرم گوشت بود. میزان فسفر پنتا اکسید در ماهی سوکلا برابر با ۴/۴ گرم در هر کیلوگرم گوشت بود که نسبت به ماهی سی باس، تیلاپیا و تک‌شاخ ماهی بیشتر بود. میزان سدیم در گوشت ماهی سوکلا و ماهی سی باس وحشی تقریباً برابر بود اما نسبت به ماهی سی باس پرورشی و تک‌شاخ ماهی کمتر بود. بالاترین میزان پتاسیم و کلسیم به ترتیب در ماهی سوکلا و ماهی هوکی اندازه‌گیری شد که نسبت به سایر ماهیان این اختلاف معنی‌دار بود. میزان ید گوشت ماهی سوکلا و تیلاپیا برابر با ۲۰ میکروگرم در هر کیلوگرم بود که کمترین مقدار در بین ماهیان مقایسه شده بود. حداکثر میزان سلنیوم در ماهی سوکلا به ثبت رسید که برابر با ۵۷۰ میکروگرم در هر کیلوگرم بود. میزان تائورین،

گلیسین و آمینواسیدهای آزاد در ماهی سوکلا نسبت به سی باس و تیلاپیا کمتر بود، در حالی که این عوامل در ماهی هوکی و تک‌شاخ ماهی اندازه‌گیری نشد (Karl et al., 2014). گوشت این ماهی دارای ۹ اسید آمینه ضروری (همچون لوسین، آرژنین و لیزین) و ۸ نوع اسید آمینه غیر ضروری (همچون تائورین، گلوتامیک اسید، آلانین، گلیسین و ...) می‌باشد. بدن انسان قادر به تولید و سنتز ۹ اسید آمینه (همچون ایزولوسین، لوسین، لیزین، متیونین و فنل-آلانین....) نیست که بایستی از طریق غذا تأمین شود. از این تعداد ۸ توع اسید آمینه در گوشت سوکلا شناسایی شده است (Nurjanah et al., 2020). همچنین در مطالعه دیگر Calixto و همکاران (۲۰۲۰) بیان کردند که گوشت ماهی سوکلا دارای مقادیر بالایی پالمیتیک اسید و اولئیک اسید بوده که در جلوگیری از بیماری‌های قلبی-عروقی و کاهش کلسترول نقش مهمی ایفا می‌کنند.

## توجیه اقتصادی پرورش ماهی سوکلا در قفس‌های دریایی

در چین ماهیان حداقل ۷۵ روزه (۳۰ گرمی) را به قفس معرفی می‌کنند. برای رسیدن این ماهیان به سایز ۲۰۰ گرم روزانه ۲ تا ۳ درصد وزن بدن غذادهی می‌شوند. اندازه قفس‌های استفاده شده در کشور تایوان ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ مترمکعبی و در برخی از مناطق از جمله کارائیب از قفس‌های ۳۰۰۰ مترمکعبی استفاده می‌کنند. زمان برداشت براساس تراکم ۱۰ تا ۱۵ کیلوگرم در مترمکعب، یک تا ۱/۵ سال می‌باشد. در زمان برداشت ماهیان دارای وزن ۶ تا ۱۰ کیلوگرم می‌باشند. ضریب تبدیل غذایی نیز حدود ۱/۵ می‌باشد. معمولاً از پلت‌های دارای ۴۲ - ۴۵ درصد پروتئین و ۸-۱۶ درصد چربی برای تغذیه این ماهیان استفاده می‌شود.

در سال ۲۰۱۵ مطالعه‌ای در خصوص توجیه اقتصادی پرورش این ماهی در کشور برزیل انجام گرفت. به همین منظور، میزان تولید ۲۴ عدد قفس ۱۶۰۰ مترمکعبی (نصب‌شده در عمق ۲۴ متر) و ۶ عدد قفس ۷۵ مترمکعبی (نصب‌شده در عمق ۶- ۷ متر) مورد بررسی قرار گرفت (De Bezerra et al., 2016). ماهی‌ها با وزن اولیه ۱۵ تا ۲۰ گرم و تراکم ذخیره‌سازی ۳ قطعه در هر مترمکعب در قفس‌ها ذخیره شدند. طول دوره پرورش در این مطالعه ۱۲ ماه در نظر گرفته شد. بنابراین در قفس‌های ۱۶۰۰ مترمکعبی تعداد ۱۱۵۷۰۴ و در قفس‌های کوچکتر ۱۳۵۰ قطعه ماهی سوکلا ذخیره‌سازی شد. در طول دوره پرورش از غذای تجاری استفاده شد. هزینه خوراک ۱/۶۴ دلار در هر کیلوگرم بود. نتایج حاصل از این مطالعه در زمان برداشت نشان داد که میانگین وزن ماهیان و بازماندگی به ترتیب ۴/۲ کیلوگرم ۶۵/۱ درصد بود. هزینه تمام شده تولید در قفس‌های ۱۶۰۰ و ۷۵ مترمکعبی به ترتیب ۶/۹۶ و ۶/۱۷ دلار به ازای هر کیلوگرم بود. عمده هزینه‌های جاری برای قفس‌های ۱۶۰۰ مترمکعبی شامل غذا (۶۴/۴۳ درصد)، تأمین ماهیان انگشت قد (۱۸/۵۵ درصد) و هزینه کارگری (۹/۱۱ درصد) بود؛ در حالی که برای قفس‌های کوچکتر، هزینه غذا (۷۸/۴۹ درصد) و بچه ماهی (۱۲/۵۴) بیشترین هزینه را به خود اختصاص داده بود. قیمت خرید ماهیان سوکلا به ازای هر کیلوگرم ۸/۶۲ دلار بود. میزان تولید در قفس‌های ۱۶۰۰ و ۷۵ مترمکعبی برابر با ۸/۲ کیلوگرم در هر مترمکعب بود. در کل دوره ضریب تبدیل غذایی برابر با ۲ بود. در نهایت بازگشت سرمایه در قفس‌های ۱۶۰۰ و ۷۵ مترمکعبی به ترتیب برابر با ۳/۸۸ و ۲/۰۷ سال بود (De Bezerra et al., 2016).

Abdul Nazar و همکاران (۲۰۲۰) به ارزیابی پرورش ماهی سوکلا در قفس‌های با قطر ۶ و عمق ۴ متر در کشور هند پرداخت. در این مطالعه بچه ماهیان با متوسط وزنی بین ۴۵۰ تا ۷۵۰ گرم و تراکم ۳ تا ۵ کیلوگرم در هر مترمکعب (برابر با ۷۵۰ قطعه بچه ماهی در هر قفس) در قفس‌ها رهاسازی شدند. از ماهیان ارزان قیمت همچون ساردین برای تغذیه ماهیان استفاده شد. میزان غذادهی ۵ درصد وزن بدن و دفعات غذادهی یک وعده در هر روز بود. زمان پرورش ۶ تا ۷ ماه در نظر گرفته شد. در زمان برداشت

میانگین وزن ماهیان به برابر با ۳ کیلوگرم و بازماندگی ۹۵ درصد بود. به دلیل استفاده از غذای تر، ضریب تبدیل غذایی ۶ بود. به طور متوسط از هر قفس ۲۱۳۶ کیلوگرم ماهی برداشت شد. در زمان برداشت قیمت هر کیلوگرم ماهی ۲۸۰ روپیه بود.

## نتیجه‌گیری

در حال حاضر قسمت اعظم تولیدات آبزی‌پروری در استان‌های جنوبی کشور به صنعت پرورش میگو اختصاص پیدا کرده است. در این میان با توجه به توسعه مزارع پرورشی، احتمال شیوع بیماری‌ها و نوسانات ناشی از تغییرات قیمت در بازارهای جهانی می‌تواند پرورش‌دهندگانی را که از یک گونه خاص آبزی برای پرورش استفاده می‌کنند با بحران‌های جدی روبرو سازد و این امر لزوم نگرش جدی به پرورش سایر آبزیان از جمله پرورش ماهیان دریایی به منظور ایجاد تنوع در گونه‌های پرورشی را دو چندان می‌سازد. لذا ماهی سوکلا به دلیل بومی بودن، رشد سریع و سازگاری با شرایط کشور گزینه مناسب برای معرفی به قفس‌های دریایی می‌باشد.

## منابع


دقوقی، ب.، ۱۳۸۵. 'بررسی برخی از ویژگی‌های زیستی ماهی سوکلا *Rachycentron canadum* 'پروژه مصوب مؤسسه علوم تحقیقات شیلاتی کشور، ۱۰۵ صفحه.

ABDUL NAZAR, A., JAYAKUMAR, R., TAMILMANI, G., AND SAKTHIVEL, M., 2020. *Sea cage farming of cobiaCoastal Aquacultures and Mariculture*. https://doi.org/10.1201/9781003142416-21

BENETTI, D.D., O'HANLON, B., RIVERA, J.A., WELCH, A.W., MAXEY, C., & ORHUN, M.R., 2010. 'Growth rates of cobia (*Rachycentron canadum*) cultured in open ocean submerged cages in the Caribbean', *Aquaculture*, 302(3–4), 195–201.

BENETTI, D.D., SUAREZ, J., CAMPERIO, J., HOENIG, R.H., TUDELA, C.E., DAUGHERTY, Z., … STIEGLITZ, J.D., 2021. 'A review on cobia, *Rachycentron canadum*, aquaculture', *Journal of the World Aquaculture Society*, 52(3), 691–709. https://doi.org/10.1111/jwas.12810

CALIXTO, F.A.A., DIAS, G.E.A., GUIMARÃES, J. DE L.B., MACHADO, E. DA S., LATINI, J.T.P., & DE MESQUITA, E. DE F.M., 2020. 'Analysis of the chemical properties of salted cobia (*Rachycentron canadum*)', Food Science and Technology, 40 (December), 722–727. https://doi.org/10.1590/fst.32319

CHI, S., HE, Y., ZHU, Y., TAN, B., DONG, X., YANG, Q., ZHANG, S., 2020. 'Dietary methionine affects growth and the expression of key genes involved in hepatic lipogenesis and glucose metabolism in cobia (*Rachycentron canadum*)', *Aquaculture Nutrition*, 26(1), 123–133.

CHOU, R.-L., SU, M.-S., & CHEN, H.-Y., 2001. 'Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*)', *Aquaculture*, 193(1–2), 81–89.

CRAIG, S.R., SCHWARZ, M.H., & MCLEAN, E., 2006. 'Juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) can utilize a wide range of protein and lipid levels without impacts on production characteristics', *Aquaculture*, 261(1), 384–391.

DE BEZERRA, T.R.Q., DOMINGUES, E.C., MAIA FILHO, L.F.A., ROMBENSO, A.N., HAMILTON, S., & CAVALLI, R.O., 2016. 'Economic analysis of cobia (*Rachycentron canadum*) cage culture in large- and small-scale production systems in Brazil', *Aquaculture International*, 24(2), 609–622. https://doi.org/10.1007/s10499-015-9951-2

ESTRADA, U.R., YASUMARU, F.A., TACON, A.G.J., & LEMOS, D., 2016. 'Cobia (*Rachycentron canadum*): A selected annotated bibliography on aquaculture, general biology and fisheries 1967-2015', *Reviews in Fisheries Science and Aquaculture*, 24(1), 1–97. https://doi.org/10.1080/23308249.2015.1088821

FAO, Food and Agriculture Organization of the United nations. 2016. 'Fishery departament, fishery information, data and statistic', Rome, Italy.

KARL, H., LEHMANN, I., MANTHEY-KARL, M., MEYER, C., & OSTERMEYER, U., 2014. 'Comparison of nutritional value and microbiological status of new imported fish species on the German market', *International Journal of Food Science and Technology*, 49(11), 2481–2490. https://doi.org/10.1111/ijfs.12543

LANDUCI, F.S., ROMBENSO, A.N., PONTES, M.D., MAIA, M.P., ELER, G., ARAUJO, C., & HENRIQUE, L., 2019. 'Common moist diet replacement to promote sustainable cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus) near- shore farming in Brazil', *Scientia Agricola*, 2(April), 139–147.

LIU, K, AI, Q.H., MAI, K.S., ZHANG, W.B., ZHANG, L., & ZHENG, S.X., 2013. 'Dietary manganese requirement for juvenile cobia, *Rachycentron canadum* L', *Aquaculture Nutrition*, 19(4), 461–467.

LIU, KAI, MAI, K., AI, Q., ZHANG, W., WANG, X., XIAO, L., OTHERS, 2010. 'Dietary pyridoxine requirement for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*).', *Journal of Fisheries of China*, 34(2), 307–314.

LIU, S.C., LI, D.T., HONG, P.Z., ZHANG, C.H., JI, H.W., GAO, J.L., & ZHANG, L., 2009. 'Cholesterol, lipid content, and fatty acid composition of different tissues of farmed cobia (*Rachycentron canadum*) from China', *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86(12), 1155–1161.

MAI, K., XIAO, L., AI, Q., WANG, X., XU, W., ZHANG, W., REN, M., 2009. 'Dietary choline requirement for juvenile cobia, *Rachycentron canadum*', *Aquaculture*, 289(1–2), 124–128.

NURJANAH, N., SUWANDI, R., HIDAYAT, T., & OKTORINA, V., 2020. 'Chemical composition and amino acid profile of fresh and steamed cobia (*Rachycentron canadum* L.)', *Food ScienTech Journal*, 2(1), 1–12. https://doi.org/10.33512/fsj.v2i1.8136

REN, M., AI, Q., & MAI, K., 2014. 'Dietary arginine requirement of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*)', *Aquaculture Research*, 45(2), 225–233.

REN, M., AI, Q., MAI, K., MA, H., & WANG, X., 2011. 'Effect of dietary carbohydrate level on growth performance, body composition, apparent digestibility coefficient and digestive enzyme activities of juvenile cobia, *Rachycentron canadum* L', *Aquaculture Research*, 42(10), 1467–1475.

SCHWARZ, M.H., MOWRY, D., MCLEAN, E., & 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(4), 71–84.

https://www.tridge.com/intelligences/cobia/production

TVETERÅS, R., JORY, D.E., & NYSTOYL, R., 2019. 'Global 2019: Global finfish production review and forecast. Retrieved from https://www.aquaculturealliance.org/advocate/goal-2019-global-finfish-production-review-and-forecast/', *Global Advocate*, 1–10.

WANG, G., XIE, J., & WU, R., 2006. 'Optimalsupplementations of vitamin E, vitamin C, choline and inositol in feed of *Rachycentron canadum*', *Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science)*, 25(1), 10–14.

WANG, J.-T., LIU, Y.-J., TIAN, L.-X., MAI, K.-S., DU, Z.-Y., WANG, Y., & YANG, H.-J., 2005. 'Effect of dietary lipid level on growth performance, lipid deposition, hepatic lipogenesis in juvenile cobia (*Rachycentron canadum*)', *Aquaculture*, 249(1–4), 439–447.

WEBB, K.A., RAWLINSON, L.T., & 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(5), 447–456.

XU, Z.-X., DONG, X.-H., & LIU, C.-W., 2007. 'Dietary zinc requirement of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) ', Shui Chan Ke Xue, 26(3), 138–141.

YANG, Y., DONG, X., XU, Z., GUO, Y., YANG, Q., CHI, S., OTHERS, 2010. 'Optimum iron and zinc supplementation in commercial feed for juvenile cobia, *Rachycentron canadum*.', *Fisheries Science (Dalian)*, 29(10), 567–572.

ZHOU, Q-C, WANG, L.-G., WANG, H.-L., WANG, T., ELMADA, C.-Z., & XIE, F.-J., 2013. 'Dietary vitamin E could improve growth performance, lipid peroxidation and non-specific immune responses for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*)', *Aquaculture Nutrition*, 19(3), 421–429.

ZHOU, QI-CUN, WU, Z.-H., TAN, B.-P., CHI, S.-Y., & YANG, Q.-H., 2006. 'Optimal dietary methionine requirement for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*)', *Aquaculture*, 258(1–4), 551–557.

ZULHUSNI, A., MAZLAN, A.G., ZAIDI, C.C., & SAMAT, A., 2017. 'Diet composition of cobia fish, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766) from northeastern waters of Peninsular Malaysia', *Malaysian Applied Biology*, 46(1), 219–224.

# The evaluation of nutritional requirements, valuable nutrition and sea cage culture of cobia (*Rachycentron canadum*)

Sajjad Pourmozaffar [1]*, Hossein Rameshi[1], Mojtaba Zabayeh Najafabadi[2], Mansour Torfi Mozanzadeh[2], Reza Nahavandi[3]

1. Persian Gulf Mollusks Research Station, Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar-e-Lengeh, Iran
2. South Iran Aquaculture Research Centre, Iranian Fisheries Science Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension organization (AREEO), Ahwaz, Iran.
3. Animal Science Research Institute of Iran (ASRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

*Corresponding author: Sajjad5550@gmail.com

**Abstract**

Cobia, *Rachycentron canadum*, is an important species for aquaculture worldwide. This species exhibits fast growth and can reach between 4 and 6 kg in 1 year. Cobia are carnivores and their protein and lipid requirements are 44.5 and 5.76 % respectively. In addition, to achieve optimal specific growth rate for cobia, a dietary carbohydrate supplementation of 21.1 is required. In environmental condition, fish is the predominant diet composition for cobia with 95.3%, followed by squid (3.1%), crab (1.5%), and shrimp (0.07%). The protein and lipid contents in cobia fillets were 20.3 and 6 % wet weight respectively. The amount of total EPA + DHA in the cobia fillets was 0.2 g/100 $g^{-1}$. Expenses related to feed, fingerlings and labor were the most important components of the operational costs in cobia cage culture. Therefore, cobia as a native species, is the candidate species for introducing to cage culture in Iran due to its fast growth.

**Key words:** Cobia, carnivore, nutritional requirements