

## عملکرد رشد ماهیان سردآبی در قفس های مستقر در دریای کاسپین در سواحل گیلان

محمد صیاد بورانی<sup>۱</sup>، علیرضا ولی پور<sup>۱\*</sup>، محمود بهمنی<sup>۲</sup>، عادل حسینجانی<sup>۱</sup>، شهرام بهمنش<sup>۱</sup>،

سیامک باقری<sup>۱</sup>، سلطنت نجار لشگری<sup>۳</sup>، جواد دقیق روحی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> پژوهشکده آبی پروری آبهای داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

<sup>۲</sup> مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

<sup>۳</sup> مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تنکابن، ایران

تاریخ پذیرش: دی ۱۴۰۱

تاریخ دریافت: تیر ۱۴۰۱

### چکیده

انتخاب گونه ماهیان سردآبی مناسب و بررسی عملکرد رشد آنها در پرورش ماهی در قفس در دریای کاسپین بسیار مهم و ضروری است. در این مقاله دستاوردهای حاصل از تحقیق انجام شده برای ارزیابی عملکرد رشد ماهی قزل آلاهی رنگین کمان (*Onchoryncus mykiss*) و ماهی آزاد دریای کاسپین (*Salmo trutta caspius*) در سواحل گیلان ارائه گردید. نتایج نشان دادند که ماهی قزل آلاهی رنگین کمان در منطقه کیاشهر از میانگین  $98/3 \pm 19/8$  گرم به میانگین  $1149/8 \pm 203/5$  گرم در یک دوره ۴/۵ ماهه رسیدند. همچنین اگرچه پرورش ماهیان قزل آلا از وزن اولیه حدود ۱۰۰ گرم مناسب بود، ولی با توجه به محدودیت های دمایی برای این ماهی در دریای کاسپین، معرفی اوزان بالاتر آن می تواند طول دوره ی پرورش را کاهش دهد. ماهی آزاد دریای کاسپین پرورش یافته در قفس های شناور نیز در منطقه جفروود در یک دوره ۴/۵ ماهه از دی تا اردیبهشت ماه از میانگین وزن  $120/14 \pm 1/98$  به  $632/5 \pm 82/08$  گرم و در منطقه آزاد انزلی در یک دوره ۲ ماهه از دی تا اسفند از  $212/7 \pm 15/28$  به  $508/81 \pm 76/54$  گرم رسیدند که نشان از رشد مطلوب این ماهی در این منطقه داشت.

**کلمات کلیدی:** ماهیان سردآبی، عملکرد رشد، قفس، دریای کاسپین، گیلان

\* نویسنده مسئول: valipour40@gmail.com ، mohammadborani@yahoo.com

**مقدمه**

جنوب ایران از ظرفیت بالقوه مناسبی برای توسعه پرورش ماهی در قفس برخوردار بوده و می توان بیش از ۹۰۰ هزار تن ماهی را در قفس در مناطق نزدیک به ساحل پرورش داد. بنابراین با پیشرفت‌های حاصله در زمینه سخت افزاری و فنون ساخت قفس و بهره برداری بهینه از ظرفیت‌های موجود بازدهی بیشتری در مناطق دور از ساحل را می توان انتظار داشت. پیشنهاد شرکت رفا پیرامون معرفی گونه مناسب برای پرورش در قفس در منطقه جنوب دریای کاسپین شامل فیل ماهی، ماهی آزاد دریای کاسپین، ماهی کیور، ماهی سیم، ماهی سفید و قزل‌آلای رنگین کمان بود (Refa Holding, 2002)، اما معرفی هر یک از این ماهیان نیازمند تحقیق و تعیین زی فن پرورش آن‌ها دارد.

**بیان مسئله، ضرورت و اهمیت**

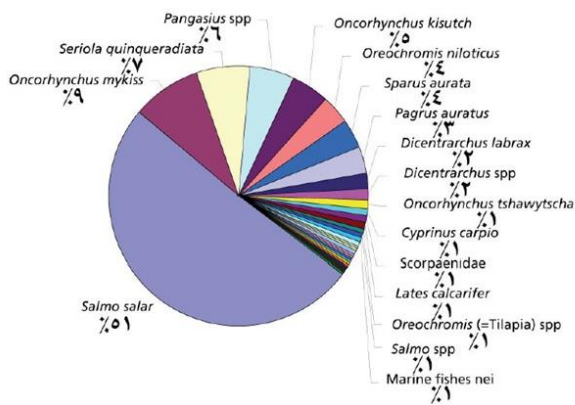
امروزه عواملی مانند افزایش مصرف جهانی ماهی، کاهش صید ماهیان دریایی، سودآوری و اقتصادی بودن بودن باعث شده که توجه تولیدکنندگان به پرورش ماهی در قفس افزایش یابد. پرورش ماهی در قفس در گستره های آبی دریایی نسبت به پرورش در استخرهای خاکی و مخازن پرورشی دارای مزیت های زیادی شامل امکان استفاده از منابع آبی مختلف از قبیل دریا، دریاچه، استخرهای ذخیره، چشمه ها، نهرها و رودخانه ها؛ نیاز به فضای کم؛ تولید زیاد در واحد سطح؛ مدیریت آسان تر و کم هزینه تر؛ کاهش نسبی در سرمایه گذاری اولیه، ساخت و نصب آسان؛ عدم نیاز به آب فراوان جاری و زمین؛ قابلیت جابجایی درموقع وجود آلودگی و گسترش قفس‌ها؛ سهولت در سازش پذیری ماهیان به جهت وجود شرایط طبیعی؛ وضعیت بهتر از لحاظ ظاهر، طعم و مزه نسبت به سیستم‌های پرورشی دیگر؛ سهولت در برداشت و صید محصول؛ سهولت در بررسی، مشاهده و نمونه برداری از ماهیان در طول دوره پرورش؛ استفاده چند منظوره از منابع آبی به عنوان تفریح‌گاه و ماهی‌گیری ورزشی و پرورش گونه های متنوع می باشد (به نقل از صیاد بورانی و همکاران، ۱۳۹۹).

آبزی پروری در دهه اخیر بدلیل محدودیت شدید منابع آب شیرین، بسوی ماهیانی که مناسب برای پرورش در آب های لب شور و شور هستند متمایل گشته، به طوری که در سال ۲۰۱۲ میلادی حدود نیمی از تولیدات آبزی پروری جهان به محیط‌های آبی لب شور و شور اختصاص داشته است (FAO, 2014). در این میان تمایل به کارگیری روش های نوین آبزی پروری نظیر پرورش آبزیان در قفس که از حدود چند دهه قبل در سطح جهان متداول گردیده بیش از پیش رو رشد یافته است. امروزه بیش از ۱۳۰ گونه ماهی، ۱۲ گونه میگو و خرچنگ دریایی و خرچنگ معمولی در قفس پرورش داده می‌شوند. در حال حاضر بیش از ۶۲ کشور جهان در زمینه پرورش آبزیان در قفس مشغول فعالیت هستند. تولید جهانی آبزیان دریایی در قفس از ۶/۳ میلیون تن در میانگین ۱۰ ساله ۱۹۸۶-۱۹۹۵ به بالای ۳۰/۸ میلیون تن در سال ۲۰۱۸ رسید. مهمترین کشورهای تولید کننده آبزیان دریایی و ساحلی در قفس چین، نروژ و شیلی و پس از آن‌ها کشورهای نظیر ژاپن، ویتنام، ترکیه، اندونزی، فیلیپین، آمریکا، بنگلادش، تایلند، هند، اکوادور، اسپانیا، فرانسه، ایتالیا، کره جنوبی و ... می باشند (Stankus, 2021).

در ایران نیز استفاده از قفس برای تولید تجاری ماهی در منطقه جنوب دریای کاسپین به صورت آزمایشی از چند دهه پیش آغاز گردید. در سال ۱۳۷۱ مرکز تحقیقات شیلات استان مازندران اقدام به ساخت قفس به حجم ۴۰ متر مکعب در خلیج گرگان و پرورش ماهی آزاد دریای کاسپین در آن نمود. ماهیان طی هفت ماه دوره پرورش از آبان ۱۳۷۱ تا خرداد ۱۳۷۲ از وزن ۲۵ گرم به وزن ۳۰۰ گرم رسیدند. در این روش، جهت تغذیه از غذای قزل آلا استفاده گردید و در خرداد ماه با افزایش دما به ۲۷ درجه سانتی‌گراد که به جهت کاهش شیب بستر دریا در منطقه خلیج گرگان ایجاد می گردد، تلفات گسترده‌ای در ماهیان مشاهده شد (آذری، ۱۳۷۴).

شرکت REFA از کشور نروژ در سال ۱۳۸۰ در مطالعات ظرفیت سنجی نشان داد که منابع آبی دریایی شمال و

ماهیان سردآبی خانواده آزاد ماهیان (Salmonidae) با اختصاص ۶۶ درصد در بین خانواده‌های ماهیان مورد استفاده در سیستم پرورش در قفس از مهمترین آنها محسوب می‌گردند (Tacon and Halwart, 2007). در همین راستا برای انتخاب گونه مناسب برای پرورش در قفس مطالعه‌ای در حوزه جنوبی دریای کاسپین در سواحل گیلان با همکاری اداره کل شیلات استان گیلان و شرکت های تولیدکننده آزیان در قفس شامل مائده نصر کرمانشاه، جهاد نصر کرمانشاه و مکین دریا کاسپین در منطقه کیشهر، جفروود و منطقه آزاد انزلی جهت معرفی گونه های مناسب ماهیان سردآبی انجام گرفت.



شکل ۱: مهمترین گونه های ماهی برای پرورش در قفس در دنیا (FAO, 2020)

یکی از این ماهیان ماهی آزاد دریای کاسپین *Salmo trutta caspius* Kessler (1877) بوده که نوعی از ماهی قزل آلائی قهوه ای است (شکل ۲). این ماهی شامل دو نوع جمعیت آب شیرین و جمعیت دریاری می باشد. نوع دریاری ماهی آزاد از اندازه بزرگتری نسبت به نوع آب شیرین آن برخوردار است. جمعیت های دریاری قابلیت رسیدن به وزن ۵۱ کیلوگرم و طول ۱/۵ متر را داشته، اما اغلب در سواحل ایران به وزن حداکثر ۱۵-۱۰ کیلوگرم می‌رسند (Coad, 2016; Coad and Abdoli, 1993). سن بلوغ ۴ تا ۵ سال، متوسط وزن مولدین ۳ تا ۴ کیلوگرم، میانگین تخم دهی ۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰ عدد، زمان پرورش تا حد اسمولت زی ۱ تا ۲ سال می باشد. در صید

اما از مهمترین عوامل تاثیر گذار بر پرورش ماهی در قفس برای حصول راندمان حداکثری تولید و توسعه اقتصاد شیلاتی تعیین مکان مناسب استقرار قفس، بهره برداری از ابزار، تجهیزات مناسب، نوع قفس و مهم تر از همه نوع گونه‌ی پرورشی است. عوامل متعددی در انتخاب گونه های مناسب در آبی پروری در قفس اثر گذارند. برخی از این عوامل بیولوژیکی و برخی دیگر به طور مستقیم با تکنولوژی تولید مرتبط هستند. توجه به بازار و مقبولیت گونه مورد نظر در تقاضا نیز هنگام انتخاب یک گونه از عوامل بسیار مهم محسوب می گردد. گونه‌های منتخب برای پرورش در قفس باید دارای سازگاری مناسب با کیفیت آبی که در آن پرورش می یابند باشند. بنابراین مهم است که قبل از انتخاب گونه نیازهای طبیعی آن مطالعه و مشخص گردد.

مهمترین ویژگی‌های انتخاب گونه برای سیستم پرورشی که ارزش پرورش آن گونه را توجیه نماید می‌تواند شامل تحمل شرایط اسارت و دارا بودن قابلیت پرورش در سیستم‌های مختلف؛ قابلیت تکثیر و پرورش در شرایط اسارت؛ قابلیت تراکم‌پذیری در سیستم‌های مختلف؛ واجد رشد قابل قبول و رسیدن به اندازه بازاری در کوتاهترین زمان؛ قابلیت رشد و تغذیه با غذای فرموله شده؛ سازگار با شرایط اکولوژیک محیط و دارای قابلیت تحمل شرایط سخت؛ دارای قابلیت تحمل بالا به بیماری و آلودگی به میکروارگانیسم‌ها؛ دارای بازارپسندی و قابلیت فیله‌پذیری بالا باشد (Le François et al, 2010).

با توجه به اینکه توسعه فعالیت آبی پروری دریایی در کشور به ویژه ماهیان دریایی از اهداف سازمان شیلات ایران بوده و تولید و توسعه آن در برنامه تکلیفی حال حاضر دولت از طریق قفس های دریایی هدف گذاری شده است، بنابراین اهمیت این سیستم پرورش بیش از پیش مشهود بوده و نیاز است با تمامی ظرفیت های بالقوه موجود نسبت به تحقق آن اقدام گردد.

در کشورهای مختلف بخصوص کشورهای آسیایی، ماهیان دریایی بسیار با ارزشی وارد چرخه پرورش در قفس یا استخر خاکی شده‌اند (شکل ۱) (Stankus, 2021).

کاسپین نمی باشد (شکل ۳). تنوع رژیم غذایی این ماهی نسبت به سایر آزاد ماهیان از محدوده وسیع تری برخوردار است. قزل آلابی رنگین کمان در مقابل تغییرات درجه حرارت آب و اکسیژن محلول در آب نسبت به سایر آزاد ماهیان حساسیت کمتری دارد. اپتیمم دمای آب برای پرورش این ماهی نیز ۱۲/۵ تا ۱۸/۵ درجه سانتی گراد بوده و در محدوده دمائی ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتی گراد بخوبی رشد می کند (Sedgwick, 1995). ماهی قزل آلابی بیش از ۶۰ سال است که در مناطق مستعد پرورش داده شده و ایران با تولیدی بالغ بر ۱۹۰ هزار تن در سال ۲۰۲۰ رتبه نخست در دنیا را به خود اختصاص داده است. حدود ۱۹/۵ هزار تن از تولید ماهی قزل آلابی در مناطق کوهستانی و جلگه ای حوزه جنوبی دریای خزر با استفاده از آب رودخانه‌ها، چشمه‌ها و چاه‌ها تولید می شود (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۴۰۰).



شکل ۳: تصویر ماهی قزل آلابی رنگین کمان

#### دستاوردها

به منظور ارزیابی عملکرد رشد ماهی آزاد دریای کاسپین و ماهی قزل آلابی رنگین کمان در قفس های پرورشی سه شرکت مانده نصر کرمانشاه، جهاد نصر کردستان و مکین دریا کاسپین در سواحل گیلانی دریای کاسپین در مناطق کیاشهر، جفرود و منطقه آزاد انزلی از دی ماه سال ۱۳۹۶ به مدت دو سال تحقیقاتی انجام گردید. مشخصات قفس های مستقر در دریا در جدول ۱ آورده شد. همچنین ماهیان سردآبی (ماهی قزل آلابی و ماهی آزاد) در قفس های شناور در آذر ماه با تراکم ۵ تا ۷ کیلو گرم در مترمکعب ذخیره سازی شدند.

تجاری ایران، اغلب ماهیان آزاد دارای دامنه وزنی ۱۲/۷-۱/۸ کیلوگرمی و طول ۵۵-۱۰۵ سانتی متر هستند (Coad, 2016). هر دو جمعیت آب شیرین و دریاروی ماهی آزاد، بومی دریای کاسپین می باشند. دمای مناسب برای پرورش این ماهی ۱۰ تا ۱۸ درجه سانتی گراد است، اما بهترین دمای آب برای رشد آن ۱۴ تا ۱۷ درجه سانتی گراد بوده و در این محدوده دمایی بهترین ضریب تبدیل غذایی و حداکثر میزان رشد را دارد. ماهی آزاد دریای کاسپین به لحاظ رشد، خوش طعمی، ارزش غذایی، اقتصادی و بازاریابی از سایر آزاد ماهیان ارجح تر بوده و یک گونه مناسب برای ورود به سیستم آبی پروری می باشد.



شکل ۲: ماهی آزاد دریای کاسپین

ضوابط انتخاب ماهی آزاد به عنوان گونه پرورشی در محیط قفس در منطقه جنوبی دریای کاسپین عبارت است از: بومی بودن در منطقه جنوب دریای کاسپین و عدم مخاطرات زیست محیطی ناشی از پرورش آن در محیط محصور در منطقه؛ قابلیت اهلی شدن و پرورش آن در محیط محصور؛ رشد نسبی مناسب در طول دوره پرورش در قفس اما نیازمند به بهگزینی و اصلاح نژاد؛ قابلیت پرورش در قفس های شناور به مدت ۷ ماه از آبان تا اوایل خرداد و در قفس های غوطه‌ور در تمام طول سال در منطقه جنوب دریای کاسپین؛ امکان تکثیر مولدین و تولید بچه ماهی انگشت قد در کشور؛ وجود اطلاعات کافی در ارتباط با فناوری تولید غذا، تغذیه و پرورش این ماهی در قفس در دنیا؛ قابلیت پرورش متراکم در محیط قفس؛ وجود آگاهی مناسب از وضعیت بهداشت و بیماری ماهیان سردآبی در کشور؛ بازاریابی و استقبال عمومی بسیار زیاد در داخل و خارج از کشور (مرتضایی، ۱۳۹۸):

گونه ای دیگر از ماهیان سردآبی ماهی قزل آلابی رنگین-کمان *Onchoryncus mykiss* بوده که بومی دریای

جدول ۱: مشخصات قفس های پرورش ماهی در دست بهره برداری مستقر در منطقه کياشهر و جفروود استان گيلان

نام شرکت ها			مشخصات قفس ها
مکین دریا کاسپین	جهاد نصر کردستان	مائده نصر کرمانشاه	
ارتفاع ۲ متر - قطر ۶	ارتفاع ۸ - قطر ۲۲	ارتفاع ۱۵ - قطر ۲۸	ابعاد (متر)
۳-۳/۵	۲۸-۳۰	۴۰-۴۵	عمق قرارگیری قفس (متر)
ایران	چین	نروژ Akva Group	شرکت سازنده
۲	۶۲	۱۲۵	ظرفیت تولید هر قفس (تن)
۳	۸	۴	تعداد قفس ها در سایت
آزمایشی	۵۰۰	۵۰۰	ظرفیت تولید (تن)
قزل آلا و ماهی آزاد	قزل آلا	قزل آلا و ماهی آزاد	گونه ماهی ذخیره سازی شده

اندازه گیری عوامل فیزیکی و شیمیایی در جدول ۲ آورده شد.

عوامل فیزیکی و شیمیایی آب دریا در محیط داخل و محدوده خارج از قفس های پرورشی شامل دمای آب، نیتروژن، فسفر و سیلیس و کلروفیل a اندازه گیری شدند (Eaton *et al.*, 2005; AOAC, 1984). نتایج حاصل از

جدول ۲: فاکتورهای هیدروشیمی مرتبط با کیفیت آب در محیط داخل و اطراف قفس

۱۳۹۸		۱۳۹۷		شهریور		اردیبهشت		فاکتور
اطراف	داخل	اطراف	داخل	اطراف	داخل	اطراف	داخل	
۰,۴۳	۰,۸۲	۱,۱۹	۰,۳۶	۱,۳۳	۰,۵۱	۱,۱۹	۰,۳۷	کلروفیل a (mg/l)
۰,۶۸	۰,۶۹	۰,۲۱	۰,۱۸	۰,۵۸	۰,۴۶	۰,۰۹۲	۰,۱۹	سیلیس (mg/l)
۰,۰۵	۰,۰۳	۰,۰۵	۰,۰۳		۰,۱۳	۰,۰۶	۰,۱۱	فسفر کل (mg/l)
۰,۷۸	۰,۹۰	۱,۴۳	۱,۰۰	۰,۹۴	۰,۷۳۳	۱,۲۶	۱,۰۰	نیتروژن کل (mg/l)
۳,۴	۴,۲۳	۲,۳	۳	۵,۸	۶,۵	۵,۲	۶,۲۷	شفافیت (متر)

میزان pH در همه ماه ها در حد نرمال بود (تقریباً ۷/۳). میزان اکسیژن آب بسته به جریانات ملایم آبی از ۸/۸ تا ۹/۶ میلی گرم در لیتر در ماه های مختلف در نوسان بوده ولی در مواقعی به ۱۱ میلی گرم در لیتر نیز رسید که نشان از مطلوب بودن میزان اکسیژن محلول دارد. در منطقه آزاد آنزلی شرایط دریا در اکثر مواقع آرام یا با موج های کوتاه همراه بوده و روز های موج ۹ روز ثبت گردید که نقش پناهگاه ساحلی و موج شکن ها را در کنترل امواج در محل نصب قفس ها نشان می دهد. میزان شوری آب در این منطقه از ۱۰ تا ۱۲/۵ گرم در لیتر در نوسان بود. بنابراین آداپتاسیون تدریجی ماهیان قبل از ذخیره سازی از نکات حائز اهمیت خواهد بود.

عوامل فیزیکی و شیمیایی سنجش شده در محل قفس های منطقه آزاد آنزلی در سال ۱۳۹۹ به همراه دفعات غذایی در جدول ۳ آورده شد. همانطور که ملاحظه می گردد دمای آب از آذر ماه (زمان ذخیره سازی ماهی ۲۴ آذر ماه ۹۹) به بعد متناسب با کاهش دمای هوا روند کاهشی داشته و از ۱۲/۳ ± ۰/۳۹ درجه سانتی گراد به ۱۱ ± ۰/۶۵ درجه سانتی گراد در دی ماه و ۹/۵ ± ۱/۱ درجه سانتی گراد در بهمن ماه رسید. همراه با کاهش دما میزان غذا دهی کاهش و در نتیجه میزان رشد روزانه پایین آمد، به طوری که تعداد دفعات غذا دهی در بهمن ماه در حد جیره نگهدارنده کاهش یافت. با توجه به اینکه عمق آب در محل استقرار قفس ۳ متر بوده، اندکی کاهش دمای آب در سطح و عمق آب مشاهده گردید (جدول ۳).

جدول ۳: پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب مرتبط با قفس های مستقر در منطقه آزاد آنزلی (سال ۱۳۹۹)

تاریخ	دمای آب سطح (oC)	دمای آب عمق (oC)	pH	اکسیژن (mg/l)	دفعات غذا دهی	شرایط دریا
آذر	۱۲/۳ ± ۰/۳۹	۱۱/۹ ± ۰/۳۸	۷/۳ ± ۰/۰۹	۹/۵ ± ۰/۵۵	دو بار	موج ساحلی
دی	۱۱ ± ۰/۶۵	۱۰/۷ ± ۰/۳۸	۷/۳۷ ± ۰/۰۹	۸/۸ ± ۰/۰۷	دو بار	۵ روز موج و بقیه روزها آرام
بهمن	۹/۵ ± ۱/۱	۱۰/۷ ± ۱/۱	۷/۴ ± ۰/۰۷	۹/۶ ± ۰/۹۶	دو بار	۴ روز موج و بقیه روزها آرام

• میانگین افزایش وزن روزانه (Average Daily ADG=Gain)

روزهای آزمایش بدلیل قرار / افزایش وزن =  $ADG(g/day)$  گیری ماهی در آب دریا و کنترل دقیق ماهیان قبل از ذخیره سازی، هیچ گونه عامل بیماری زا در دوره مطالعه مشاهده نشد.

دستاوردهای پرورش ماهیان سردآبی در قفس های شناور در منطقه کیشهر و جفروود:

بر اساس نتایج به دست آمده وزن بچه ماهیان قزل آلا ی رنگین کمان معرفی شده به قفس های پرورشی در منطقه کیشهر از میانگین  $98/3 \pm 19/8$  گرم در مرحله ذخیره

به منظور ارزیابی عملکرد رشد ماهیان پرورشی شاخص-هایی شامل درصد افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه و میزان افزایش وزن بدن استفاده شد (Tacon, 1990):

• درصد افزایش وزن بدن (Weight Gain):

$$WG (\%) = (W_f - W_i) / W_i \times 100$$

که در این فرمول  $W_i$  وزن اولیه ماهی (گرم) و  $W_f$  وزن نهایی ماهی (گرم) می باشد.

• ضریب رشد ویژه (Specific Growth Rate)

لگاریتم نپری وزن اولیه بدن - لگاریتم (SGR (%)) =  $100 \times (\text{روزهای آزمایش} / \text{نپری وزن نهایی بدن})$

بیش از  $632/5 \pm 82/08$  گرم رسید و همچنین حداقل و حداکثر وزن ماهیان آزاد به ترتیب ۴۱۰ و ۷۱۰ گرم بود (جدول ۵).

بر اساس آزمون آماری تی-استیودنت بین دو مرحله ذخیره سازی و برداشت اختلاف معنی دار آماری از نظر وزن (گرم) و طول چنگالی (سانتیمتر) ماهیان مشاهده گردید ( $p < 0.05$ ).

سازی به میانگین  $1149/8 \pm 203/5$  گرم در زمان برداشت رسید و همچنین حداقل و حداکثر وزن ماهیان به ترتیب ۷۶۰ و ۱۵۵۰ گرم بود (جدول ۴).

بررسی رشد ماهی آزاد دریای کاسپین معرفی شده به قفس های پرورشی در منطقه جفرود نیز نشان داد که به تدریج میزان افزایش وزن ماهیان از زمان معرفی به قفس ها در دی ماه از تقریباً  $120/1 \pm 14/98$  گرم پس از ۴/۵ ماه به

جدول ۴. تغییر شاخص های رشد ماهی قزل آلا ی رنگین کمان در قفس های شناور منطقه کیشهر

شاخص	مراحل پرورش	انحراف معیار $\pm$ میانگین	حداقل	حداکثر
طول	مرحله ذخیره سازی (آذر ماه)	$22/9 \pm 1/98$	۱۸	۲۵/۶
(سانتیمتر)	مرحله برداشت (خرداد ۹۸)	$46/1 \pm 2/62$	۴۰	۴۹/۵
	افزایش طول (درصد)	۱۰۱/۳۱		
وزن (گرم)	مرحله ذخیره سازی (آذر ماه)	$98/3 \pm 19/8$	۶۰	۱۳۰
	مرحله برداشت (اردیبهشت ۹۸)	$1149/8 \pm 203/5$	۷۶۰	۱۵۵۰
	افزایش وزن (درصد)	۱۰۶۹/۶۹		
	افزایش وزن به گرم	۱۰۵۱/۵		
	ضریب رشد ویژه	۰/۴۷۹		
	شاخص چاقی مرحله ذخیره سازی	۰/۸۲		
	شاخص چاقی مرحله نهایی	۱/۱۷		
	میانگین افزایش وزن روزانه	۹/۳۹		
	مدت پرورش (روز)	۱۱۲		

جدول ۵: تغییر شاخص های رشد ماهی آزاد دریای کاسپین پرورش یافته در قفس های شناور منطقه جفروود

شاخص	مراحل پرورش	میانگین	حداقل	حداکثر
طول	مرحله ذخیره سازی (آذر ماه)	$21/1 \pm 1/8$		
	مرحله برداشت (اردیبهشت)	$36/2 \pm 5/2$		
	افزایش طول (درصد)	71/56		
وزن	مرحله ذخیره سازی (آذر ماه)	$120/1 \pm 14/98$	105	125
	مرحله برداشت (اردیبهشت)	$632/5 \pm 82/08$	410	710
	افزایش وزن (درصد)	427/08		
	افزایش وزن به گرم	512/4		
	ضریب رشد ویژه	0/31		
	شاخص چاقی مرحله ذخیره سازی	1/28		
	شاخص چاقی مرحله برداشت	1/33		
	میانگین افزایش وزن روزانه (گرم)	4/58		
	مدت پرورش (روز)	112		

به علاوه تغییرات نرخ رشد لحظه ای نشان دادند که میزان آن در ماهیان قزل آلا به تفکیک روزها کولاکی و غیر کولاکی بیشتر از ماهیان آزاد پرورشی بود (جدول ۶).

جدول ۶: نرخ رشد لحظه ای قزل آلا رنگین کمان و آزاد دریای کاسپین پرورش یافته در قفس های شناور منطقه کیاشهر

گونه ماهی	نرخ رشد لحظه ای	
	بدون روزهای کولاکی	با روزهای کولاکی
قزل آلا	2/72	1/5
ماهی آزاد	1/84	1/02



دیر هنگام بچه ماهیان امکان نگهداری بیشتر ماهیان در دریا با رسیدن فصل گرما نبود. با این وجود ظرف مدت ۵۴ روز وزن آنها دو برابر شد و از حدود  $32/27 \pm 30/5$  گرم در شروع پرورش به بالای  $73/62 \pm 620/8$  گرم رسید که نشانگر رشد خوب این ماهیان در منطقه پرورش مورد نظر بوده و بدیهی است که با افزایش طول دوره پرورش به شش ماه می توانست به وزن بالای یک کیلوگرم برسد (جدول ۷).

### دستاورد های پرورش ماهیان سردآبی در قفس های شناور در منطقه آزاد انزلی:

در سال ۱۳۹۹ تعداد ۴۰۰ عدد ماهی قزل آلا و تعداد ۲۱۰ عدد ماهی آزاد دریای کاسپین در قفس های مرتبط با شرکت مکین دریا در منطقه آزاد انزلی ذخیره سازی شدند. این قفس ها در عمق ۳ متری دریا و در یک منطقه پناهگایی ( مابین دو موج شکن) واقع شده و ارتفاع قفس ها حدود ۲ متر بود. فرصت موجود برای پرورش ماهی قزل آلا در منطقه آزاد انزلی کمتر از ۲ ماه بود و به جهت معرفی

جدول ۷. تغییر شاخص های رشد ماهی قزل آلا رنگین کمان در قفس های شناور منطقه آزاد انزلی

شاخص	مراحل پرورش	انحراف معیار $\pm$ میانگین
طول	مرحله ذخیره سازی (اواخر دی ماه)	۳۲/۹
(سانتیمتر)	مرحله برداشت (اسفند ماه)	۳۷/۲
	افزایش طول (درصد)	۱۳/۰۷
وزن (گرم)	مرحله ذخیره سازی (اواخر دی ماه)	$30/5 \pm 32/27$
	مرحله برداشت (اسفند ماه)	$620/8 \pm 73/62$
	افزایش وزن (درصد)	۱۰۶/۶۷
	افزایش وزن به گرم	۳۱۵
	ضریب رشد ویژه	۰/۲۴
	شاخص چاقی مرحله ذخیره سازی	۰/۸۴
	شاخص چاقی مرحله نهایی	۱/۲۰
	میانگین افزایش وزن روزانه (گرم)	۵/۹۳
	درصد ماندگاری	۸۰
	مدت پرورش (روز)	۵۴

دی ماه به میانگین وزن حدود  $50/8/76 \pm 81/54$  گرم در مدت حدود ۲ ماه با شرایط دمایی زیر ۱۵ درجه سانتیگراد در اواخر اسفند ماه رسیدند (جدول ۸).

ماهی آزاد پرورشی در منطقه آزاد انزلی از نسل F3 و حاصل تولید در مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی تنکابن با سن تقریبی ۲ سال در آذر ماه به قفس منتقل گردیدند. ماهی آزاد از میانگین وزن اولیه  $212/7 \pm 15/28$  گرم در

جدول ۸. تغییر شاخص های رشد ماهی آزاد دریای کاسپین در قفس های شناور منطقه آزاد انزلی

شاخص	مراحل پرورش	انحراف معیار $\pm$ میانگین
طول	مرحله ذخیره سازی (دی ماه)	۲۶/۳
(سانتیمتر)	مرحله برداشت (اسفند ماه)	۳۲/۹
	افزایش طول (درصد)	۲۵/۱۰
وزن (گرم)	مرحله ذخیره سازی (دی ماه)	$212/7 \pm 15/28$
	مرحله برداشت (اسفند ماه)	$508/81 \pm 76/54$
	افزایش وزن (درصد)	۱۳۹/۶۲
	افزایش وزن به گرم	۲۹۶
	ضریب رشد ویژه	۰/۲۳
	شاخص چاقی مرحله ذخیره سازی	۱/۱۷
	شاخص چاقی مرحله نهایی	۱/۴۳
	میانگین افزایش وزن روزانه (گرم)	۴/۲۳
	درصد ماندگاری	۹۵
	مدت پرورش (روز)	۷۰

### جمع بندی و توصیه ترویجی

اگرچه استفاده از ماهیان بومی نظیر ماهی آزاد دریای کاسپین برای پرورش ماهی در منطقه جنوب دریای کاسپین در استان گیلان در الویت است، اما در شرایط کنونی بر اساس مطالعات انجام شده توسط اداره کل شیلات استان گیلان در زمینه ارزیابی ریسک گونه‌ای، ماهی قزل آلائی رنگین کمان نیز می تواند به عنوان گونه گذر در راستای توسعه صنعت پرورش ماهی در دریای کاسپین مورد بهره برداری قرار گیرد. نتایج پژوهش های انجام شده نشان داد که تغییرات دمایی آب منطقه جنوب دریای کاسپین دارای مطلوبیت بیشتری برای پرورش ماهیان سردآبی است. زیرا به طور نسبی وجود دمای مناسب آب‌های سطحی منطقه جنوب دریای کاسپین در طول زمستان (حداقل ۱۰-۹ درجه سانتی‌گراد) امکان پرورش برای ماهیان سردآبی را فراهم می‌سازد (مرتضایی، ۱۳۹۸). بنابراین با وجود اینکه محدوده دمایی مناسب برای پرورش این ماهی ۱۸-۱۰ درجه سانتی‌گراد است، اما

بهترین دمای آب برای رشد ماهی آزاد دریای کاسپین ۱۲-۱۷ درجه سانتی‌گراد بوده و در این محدوده حداکثر ضریب تبدیل غذایی و میزان رشد حاصل می‌شود. با این وجود دوره پرورش ماهیان سردآبی در منطقه جنوب دریای کاسپین به دلیل محدودیت دمایی و تغییرات دمایی سالانه آب از سطح تا عمق ۵۰ متر در قفس‌های شناور محدود بوده و از آبان تا حداکثر اوایل خرداد ماه هر سال خواهد بود. اما در صورت استفاده از قفس‌هایی با قابلیت غوطه‌وری و استقرار آن در زیر لایه شکست حرارتی (ترموکلاین) می توان در ماه‌های گرم سال نیز به پرورش این ماهیان ادامه داد.

همچنین بر اساس بررسی‌های انجام شده، بچه‌ماهی آزاد دریای کاسپین در اوزان بیش از ۱۵ گرم توانائی سازگاری و تنظیم اسمزی با آب لب شور دریا (۱۲/۵ گرم در هزار) را دارا می‌باشد (صیادبورانی و همکاران، ۱۳۸۵). بنابراین ماهی آزاد دریای کاسپین را می‌توان در مناطق ساحلی با آب دریا (اراضی ساحلی) از اوزان بیش از ۱۵ گرم تا وزن ۲۰۰ گرم پرورش داد و سپس ماهیان را به قفس های

## منابع:

- آذری، ع. ح.، ۱۳۷۴. بررسی مقایسه ای امکان پرورش آزاد ماهیان در قفس‌های شناور آب های لب شور و شیرین. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران. ۱۱۳ صفحه.
- سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۴۰۰. سازمان شیلات ایران، معاونت برنامه ریزی و مدیریت منابع، دفتر برنامه ریزی و بودجه، گروه برنامه ریزی و آمار. ص ۶۴.
- صیاد بورانی. م.، ابطحی. ب.، بهمنی. م. و ر. کاظمی. ۱۳۸۵. تاثیر وزن بر قابلیت تطابق و تنظیم اسمزی در بچه ماهیان آزاد دریای کاسپین *Salmo trutta caspius* مجله علوم دریائی، دوره پنجم. شماره ۱ و ۲. صفحه ۸۱ تا ۹۶.
- صیاد بورانی و همکاران، ۱۳۹۹. حسینجانی، ع.، دژندیان، س.، ولی پور، ع.، شریفیان، ش.، بهمنش، ش.، احمد نژاد، م.، بابایی، ه.، جلیل ذریه زهرا، س.م.ا.، حافظیه، م.، فارابی، س.م.و. و حسین زاده صحافی، ه.، باقری، س.، دقیق روحی، ج.، فئید، م.، قاسمی، م.، ماهی صفت، ف.، حسنی مقدم، م.، شعبانیور، ر. بررسی عملکرد رشد و راندمان تولید ماهیان سردآبی (ماهی قزل آلا و ماهی آزاد) در قفس بر منطقه جنوبی دریای خزر (منطقه کاسپین استان گیلان). موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. پژوهشکده آبی پروری آبهای داخلی کشور (بندرانزلی). ۶۳ ص.
- مرتضایی، س. ر.، ۱۳۹۸. تدوین معیارها و ضوابط تعیین گونه های مناسب برای پرورش ماهی در قفس. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۹۶ ص.
- AOAC, 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14th edn (ed). AOAC, Arlington, VA, 1141 pp.
- Coad B., 2016. Freshwater fishes of Iran, www.briancoad.com.
- Coad, B.W. and Abdoli, A., 1993. Exotic fish species in the fresh waters of Iran. Zoology in the Middle East, 9(1), pp.65-80.

مستقر در دریا جهت پرورش نهایی منتقل کرد. به علاوه معرفی این ماهی در اوزان مختلف برای پرورش در قفس با توجه به مدت زمان دوره پرورش، نوع قفس مورد استفاده (شناور یا غوطه‌ور) و تقاضای بازار متفاوت خواهد بود. با توجه به محدودیت دمایی در طول سال بهتر است از اوزان بالاتر برای رسیدن به وزن بازاری در این مدت محدود استفاده کرد. همچنین از آنجاییکه ماهی آزاد با وزن بیش از ۱۰۰۰ گرم از بازار پسندی مناسبی در بازار ایران برخوردار است امکان تولید آن در اندازه بازاری مذکور در صورت استفاده از قفس های شناور در یک دوره شش ماهه و در صورت بهره برداری از قفس های غوطه ور در دوره یکساله امکان پذیر خواهد بود. بر اساس نتایج این تحقیق در مدت زمان حدود ۲ ماه وزن ماهی آزاد نسل سوم (F3) دو برابر شده و به میانگین ۵۰۸ گرم رسید که نشان از قابلیت رشد مناسب آن بود. شایان ذکر است که بر اساس مطالعات موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور در زمینه تولید افراد تریپلوئید سریع‌الرشد ماهی آزاد دریارو (Coad, 2016)، پرورش این ماهیان با توجه به رشد بالاتر در دوره زمانی کوتاهتر می‌تواند برای اهداف پرورش ماهی در قفس مناسب‌تر باشد. در خصوص ماهی قزل آلا نیز شرایط تقریباً مشابه است ولی دوره پرورش آن در قفس های شناور تا ۶ ماه قابل توسعه بوده و ماهیان به میانگین وزن حدود ۱۱۵۰ گرم رسیدند که اندازه تجاری بسیار مناسبی برای ماهی قزل آلا می باشد.

به طور کلی ماهی آزاد دریای خزر نسل سوم با سن زیر ۲ سال (ترجیحاً یکساله) قابلیت پرورش در قفس های مستقر در دریای خزر با رعایت تمهیدات لازم را دارد. اگرچه عملکرد رشد نسل وحشی ماهی آزاد دریای خزر (F0) در مقایسه با عملکرد رشد ماهی قزل آلا رنگین کمان پایین‌تر است اما عملکرد رشد نسل اهلی ماهی آزاد (F3) در مقایسه با عملکرد رشد ماهی قزل آلا تفاوت محسوسی نشان نداد.

- Eaton, A.D., Clesceri, L.S., Rice, E.W., Greenberg, A.E. and Franson, M.H., 2005. Standard methods for the examination of water & wastewater, 10200 H. *Chlorophyll*, 10, pp.18-26.
- FAO, 2014. Cultured Aquatic Species Information Programme Lates calcarifer, Production Statistics. Fisheries Technical Publication, No. 234, Rome. 52 P.
- Halwart, M., Soto, D., & Arthur, J. R. (Eds.). (2007). Cage aquaculture: regional reviews and global overview. *Food & Agriculture Org.* 241 p
- Le François, N.R., Jobling, M. and Carter, C. eds., 2010. Finfish aquaculture diversification. *CABI Publishing.* 681 p.
- Refa Holding, A.S. 2002. Main Frame Study for Sea Cage Culture Development in Iran. *Executive Report to the Iran Fisheries Organization.* Refa Holding AS, Oslo.
- Sedgwick, S.D., 1995. Trout farming handbook (No. Ed. 6). *Fishing News Books Ltd.* 164p.
- Stankus, A., 2021. State of world aquaculture 2020 and regional reviews: FAO webinar series. *FAO Aquaculture Newsletter*, (63), pp.17-18.
- Tacon, A.G.J. 1990. Standard methods for the fingerlings channel catfish. *Journal of the World nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. Aquaculture Society*, pp: 24. Washington DC, Argent Laboratories Press, 454p.
- Tacon, A.G.J. and Halwart, M. 2007. Cage aquaculture: a global overview. In M. Halwart, D. Soto and J.R. Arthur (eds). Cage aquaculture – Regional reviews and global overview, pp. 1–16. *FAO Fisheries Technical Paper.* No. 498. Rome, FAO. 2007. 241p.

## Growth performance of cold water fishes in floating cages located in the Caspian Sea on the coastal of Guilan

Mohammad Sayyad Bourani<sup>1</sup>, Alireza Valipour<sup>1\*</sup>, Mahmoud Bahmani<sup>2</sup>,  
Adel Hosseinjani<sup>1</sup>, Shahram Behmanesh<sup>1</sup>, Siamak Bagheri<sup>1</sup>, Saltanat najjar  
lashgari, javad daghigh roohi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Inland Waters Aquaculture Research center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agriculture research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar-e Anzali, Iran

<sup>2</sup>Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

<sup>3</sup>Cold-water Fishes Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Tonekabon, Iran.

Received: June 2022

Accepted: January 2023

### Abstract

It is very important and necessary to choose the appropriate cold water fish species and check their growth performance in cage fish farming in the Caspian Sea. The results showed that the rainbow trout in Kiashahr region reached an average of  $98.3 \pm 19.8$  to  $1149.8 \pm 203.5$  grams in a period of 4.5 months. Also, although the breeding of salmon from the initial weight of about 100 grams was suitable, but considering the temperature limits for this fish in the Caspian Sea, the introduction of higher weights can reduce the length of the breeding period. Caspian Sea salmon reached in Jaffroud region from the average weight of  $120.14 \pm 1.98$  to  $632.5 \pm 82.08$  grams in a period of 4.5 months from January to May, and in Anzali free zone from  $212.7 \pm 15.28$  to  $508.81 \pm 76.54$  grams in a period of 2 months from January to March in floating cages, which shows the favorable growth of this fish in this region.

**Keywords:** cold water fish, growth performance, cage, Caspian Sea, Guilan

---

\*Corresponding author: valipour40@gmail.com , mohammadborani@yahoo.com