مقایسه رشد و فاکتورهای خونی در بچه ماهیان سیبری *Acipenser* (*baerii*)، استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) و هیبرید حاصله (*Acipenser ruthenus* ♀× *Acipenser baerii* ♂)

چکیده :

پژوهش حاضر به منظور مقایسه شاخص های رشد و فاکتورهای خونی گونه های خالص تاس ماهی استرلیاد ، تاس ماهی سیبری و هیبرید حاصل از آنها به منظور تولید هیبریدی با جثه بزرگتر، تخمک های درشت تر و تحمل شرایط سخت تر محیطی نسبت به گونه مادری صورت گرفت. هیبرید حاصله از تلاقی تخمک یک قطعه ماهی مولد ماده استرلیاد با اسپرم یک قطعه ماهی مولد نر سیبری تولید گردید. برای این تحقیق تعداد ۷۵ عدد بچه ماهی سیبری با میانگین وزن ۰/۳۶± ۳۲/۳۸، ۷۵ عدد استرلیاد با میانگین وزن ۰/۴۱ ± ۳۲/۳ و ۷۵ عدد هیبرید استرلیاد × سیبری با میانگین وزن ۰/۴۱ ± ۳۲/۳۷ هر کدام با ۳ تکرار در ۹ حوضچه بتونی با حجم آبگیری ۸۰۰ لیتر به مدت ۷۲ روز پرورش یافتند. ۳۰ روز پس از شروع پرورش، رشد بچه ماهیان هیبرید بصورت معنی داری بیشتر از استرلیاد بود (P<۰/۰۵). با ادامه تغذیه ماهیان و تا پایان مدت ۷۲ روزه تحقیق، رشد هیبرید کماکان بطور معنی داری بیشتر از ماهی استرلیاد شد ولی با سیبری اختلاف معنی داری نداشت (P>۰/۰۵). مقدار غذای خورده شده، افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و درصد افزایش وزن بدن در ماهی هیبرید بطور معنی داری بیشتر از استرلیاد بود (P<۰/۰۵). این شاخص ها در ماهی هیبرید کمتر از ماهی سیبری بود ولی اختلاف معنی داری با آن نداشت (P>۰/۰۵). ضریب تبدیل غذا در ماهی هیبرید بطور معنی داری کمتر از ماهی استرلیاد بود (P<۰/۰۵) ولی با ماهی سیبری اختلاف معنی داری نداشت (P>۰/۰۵). بغیر از پروتئین کل و مقدار هموگلوبین در یک گلبول، در بقیه موارد اختلاف معنی داری در خصوص شاخص های خونی در بین گونه ها مشاهده نشد (P>۰/۰۵). میانگین مقدار هموگلوبین در یک گلبول در ماهی هیبرید بیشتر از سیبری و استرلیاد بود و اختلاف معنی دار با سیبری داشت (P<۰/۰۵). هیبرید استرلیاد × سیبری از نظر شاخص های رشد شباهت بسیاری با ماهی سیبری داشت که نشان دهنده آن است که خصوصیات ماهی سیبری که دارای سرعت رشد بهتری از استرلیاد است در آن نمایان شده است. از نظر شاخص های خونی نیز هیبرید خصوصیات هر دو والد را از خود نشان داد.

واژه های کلیدی:

ماهیان خاویاری، هیبریدگیری، آبزی پروری، استرلیاد، سیبری، فاکتورهای خونی

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-30]

[DOI: 10.22034/jair.10.3.1]

Comparison of growth and hematological parameters in juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*), sterlet sturgeon (*Acipenser ruthenus*) and its hybrid (*Acipenser ruthenus* ♀ × *Acipenser baerii* ♂)

Abstract

The present study was conducted to compare the growth indices and blood factors of sterlet (*Acipenser ruthenus*), Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) and their hybrid (*Acipenser ruthenus* ♀ × *Acipenser baerii* ♂) to produce a fish with larger size, larger eggs and more tolerant to environmental conditions than the parents. The hybrid was produced by mixing of the oocytes of one sterlet female with the sperm of a Siberian sturgeon. For this study, 75 juvenile Siberian sturgeon with a mean weight of 32.38 ± 0.36 g, 75 sterlet with an average weight of 32.38 ± 0.41 g and 75 hybrid with an average weight of 32.37 ± 0.41 g each with 3 replicates were distributed in 9 concrete ponds with a volume of 800 liters and reared for 10 weeks. Thirty days after the start of rearing, the growth of juveniles hybrid was significantly higher than that of sterlet ($P < 0.05$). By continuing to feed the fish until the end of the 72-day study period, hybrid growth was still significantly higher than that of sterlet, but not significantly different from Siberian sturgeon ($P > 0.05$). The amount of feed intake, weight gain, specific growth rate, and percentage of body weight gain in hybrid were significantly higher than the sterlet ($P < 0.05$). These indices were lower in hybrid than the Siberian sturgeon but were not significantly different ($P > 0.05$). The feed conversion ratio of hybrid was significantly lower than that of sterlet ($P < 0.05$), while no significant difference was found with Siberian sturgeon ($P > 0.05$). Except for total protein and mean corpuscular hemoglobin, the other hematological indices showed no significant differences among the fish ($P < 0.05$). The mean corpuscular hemoglobin in hybrid was higher than compared with Siberian sturgeon and sterlet and ($P < 0.05$). The sterlet × Siberian hybrid showed similarity to the Siberian sturgeon in terms of growth indices, which indicates that it has the characteristics of Siberian sturgeon that has a better growth rate than the sterlet. In terms of blood parameters, the hybrid showed the characteristics of both parents.

Keywords: Sturgeon, Hybridization, Aquaculture, Sterlet, Siberian sturgeon, Blood factors

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-30]

[DOI: 10.22034/jair.10.3.1]

۱. مقدمه

امروزه پرورش آبزیان به منظور تولید پروتئین جهت تأمین نیازهای غذایی انسان یک صنعت رو به رشد در سراسر دنیا محسوب می شود. از این رو افزایش راندمان سیستم های آبزی پروری و توجه به تولید بالای آبزیان در این سیستم دارای اهمیت فراوانی است. دورگه گیری از جمله تکنیک های اصلاح نژاد در آبزی پروری است که به منظور تولید دورگه با صفات مطلوب در بین پرورش دهندگان رایج گردیده است. هیبریدگیری، جفت گیری تمایز یافته بین افراد یا گروه ها از نظر ژنتیکی است که ممکن است تلاقی بین نژادهای یک گونه، بین دو گونه مجزا از یک جنس و یا دو جنس مختلف از یک خانواده را شامل شود (Bartley *et al*., 2001). همچنین هیبریدگیری یک پدیده طبیعی گسترده است که در بین ماهیان بیشتر از سایر مهره داران مشاهده می شود (Simonsen *et al*., 2005). هیبریدگیری یک تکنیک تولید مثلی است که به امید تولید یک گونه آبزی با صفات مطلوب و یا بهبود در عملکرد آن، توسط آبزی پروران مورد استفاده قرار می گیرد (Chevassus,1983; Glamuzina *et al*., 1999). افزایش نرخ رشد یکی از مهمترین ویژگی هایی است که برای بهبود ژنتیک ماهیان در آبزی پروری مورد توجه بسیاری قرار دارد و بطور گسترده در برنامه های هیبریدگیری دنبال می شود. تعداد قابل توجهی از هیبریدها برای آبزی پروری مناسب هستند و ویژگی های مطلوبی را از هر دو والدین به ارث می برند (Bartley *et al*., 2001; Hulata., 2001).

تاکنون هیبریدهای درون گونه ای بسیاری برای استفاده در آبزی پروری جهت رفع نیازمندی های تغذیه ای و پروتئینی معرفی گردیده اند. این امر نشان دهنده اهمیت فراوان هیبرید و تولید و معرفی آنها به سیستم های پرورشی می باشد که در این بین می توان به بسیاری از آن ها مانند هیبرید کپور ماهیان، قزل آلا و آزادماهیان، تیلاپیا، گربه ماهیان، ماهیان خاویاری، باس دریایی، سیم دریایی، هامور و هیبریدهای دیگر در آب شیرین و شور اشاره کرد (Bartley *et al*., 1997).

ماهیان خاویاری سیبری (*Acipenser baerii*) و استرلیاد (*A. ruthenus*) از ماهیان غیر بومی می باشند که در مزارع پرورش ماهی در ایران در حال پرورش می باشند و از جثه کوچکتری نسبت به گونه های بومی دریای خزر برخوردار هستند. همچنین سن بلوغ در آنها پایین تر از سایر گونه ها است. درجه حرارت مطلوب برای پرورش این ماهیان کمتر از درجه حرارت مطلوب برای ماهیان خاویاری بومی در ایران است. خاویاردهی این ماهیان از نظر زمانی کوتاهتر از ماهیان بومی ایران (ماهیان خاویاری دریای خزر) است و به همین دلیل به علت زود بازدهی مورد توجه پرورش دهندگان قرار گرفته اند. همچنین از نظر تحمل میزان شوری آب، این ماهیان از ماهیان آب شیرین محسوب می شوند بنابراین در بسیاری از مناطق ایران و در آبهای داخلی، همچنین مناطق نسبتاً کوهستانی قابل پرورش می باشند.

استرلیاد یکی از انواع کوچک تاس ماهیان نیمه مهاجر است که در آب شیرین زندگی می کند. طول آن به ۳۶ تا ۴۷ سانتیمتر و گاهی به ۱۲۵ سانتیمتر و وزن آن به ۶ تا ۸ کیلوگرم و گاهی تا ۱۶ کیلوگرم می رسد. (Azari Takami, 2009). این

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-30]

[DOI: 10.22034/jair.10.3.1]

ماهی زودتر از دیگر تاس ماهیان به بلوغ جنسی می رسد. در حوضه ولگا نرها با طول کل ۳۰ سانتیمتر در ۴ سالگی و ماده ها با طول کل ۴۰ سانتیمتر در ۸-۷ سالگی به بلوغ جنسی می رسند (Holčik, 1989).

رشد سریع، کوتاه بودن دوره رسیدگی بلوغ جنسی، گستردگی و تنوع در رژیم غذایی باعث گردید که تاسماهی سیبری به عنوان یکی از گونه های اصلی در پرورش گوشتی ماهیان خاویاری آب شیرین معرفی گردد (Falahatkar, 2018) رشد در دامنه حرارتی ۵ تا ۲۲ درجه سانتی گراد و تحمل دامنه وسیع حرارتی موجب شده که بعنوان بهترین گونه پرورشی در اروپا جهت تولید گوشت و خاویار شناخته شود (Bronzi *et al*., 2011). این گونه روند رشد خوبی را در انواع سیستم های تولیدی و در تانک های با اندازه و شکل های مختلف نشان داده است. مزیت دیگر این گونه امکان دستیابی به رسیدگی جنسی در اسارت می باشد (Williot *et al*., 2002). ماهی سیبری قادر به تحمل اکسیژن نسبتاً پایین، غلظت آمونیاک بالا و تراکم بالای ذخیره سازی می باشد (Bronzi *et al*., 1999). تاکنون هیبریدهای موفقی از تاسماهیان در جهان تولید شده است که در سال ۲۰۱۶ هیبریدهای حاصل از ماهی سیبری، ۳۹/۵ درصد و هیبرید کالوگا با تاسماهی آمور (*Huso dauricus* × *A. schrenckii*) و سیبری با تاسماهی آمور (*A. baerii* × *A. schrenckii*)، ۳۵/۶ تولید گوشت ماهیان خاویاری جهان را به خود اختصاص داده اند (Bronzi *et al*., 2019).

به طور کلی هدف از تولید دورگه در صنعت آبزی پروری و شیلات بهبود عملکردهایی نظیر بازماندگی، رشد، مقاومت به بیماری و کیفیت لاشه ماهیان دورگه در مقایسه با والدین تحت شرایط خاص محیطی می باشد (Bartley *et al*., 2001) با توجه به وجود برخی خصوصیات مثبت در گونه استرلیاد و سیبری و برتری برخی صفات بیولوژیک در ماهی سیبری نظیر تحمل اکسیژن نسبتاً پایین، غلظت آمونیاک بالا و تحمل تراکم بیشتر، رشد در دامنه حرارتی بالاتر و داشتن جثه بزرگتر، تولید هیبرید از ماهی استرلیاد با این ماهی می تواند منجر به تولید گونه ای شود که با وجود دارا بودن خصوصیات مثبت ماهی استرلیاد نظیر بلوغ زودتر، دارای برتری های ژنتیکی، فیزیولوژیک و بیولوژیک نسبت به استرلیاد باشد. لازمه پی بردن به این خصوصیات، بررسی خصوصیات بیولوژیک، فیزیولوژیک و برخی فاکتورهای خونی در هیبرید تولید شده و مقایسه آن با گونه های خالص آنها می باشد. بنابراین مطالعه حاضر با هدف تولید ماهی ای با بلوغ زودتر و دارا بودن برتری های ژنتیکی، فیزیولوژیک و بیولوژیک نسبت به استرلیاد صورت گرفته است.

۲. مواد و روش ها

۱,۲ ماهی و شرایط پرورش

این مطالعه در مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی شادروان دکتر یوسف پور سیاهکل انجام گرفت. بچه ماهیان استرلیاد، سیبری و هیبرید حاصل از آنها در همین سال تولید شده بودند. هیبریدگیری از لقاح تخمک استحصال شده از یک قطعه

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-30]

[DOI: 10.22034/jair.10.3.1]

ماهی استرلیاد ماده با اسپرم یک قطعه ماهی نر سیبری صورت گرفته بود. بچه ماهیان تولیدی در حوضچه های گرد تا زمان آزمایش مورد پرورش قرار گرفتند. در زمان شروع این تحقیق، بچه ماهیان پس از بیهوشی با پودر گل میخک با دوز ۳۰۰ میلی گرم در لیتر با ترازوی دیجیتال با دقت گرم زیست سنجی شدند. تعداد ۹ حوضچه گرد بتونی با قطر ۱/۸۵ متر و با حجم آب ۸۰۰ لیتر بصورت تصادفی برای ۳ تیمار، هر کدام با ۳ تکرار برای انجام این کار انتخاب گردیدند. تعداد ۷۵ عدد بچه ماهی سیبری با متوسط وزن ۰/۳۶ ± ۳۲/۳۸ گرم (میانگین ± خطای استاندارد)، ۷۵ عدد بچه ماهی استرلیاد با متوسط وزن ۰/۴۱ ± ۳۲/۳۸ گرم و ۷۵ عدد بچه ماهی هیبرید سیبری× استرلیاد با متوسط وزن ۰/۴۱ ± ۳۲/۳۷ گرم انتخاب شدند و به تعداد ۲۵ عدد در هر حوضچه انتقال یافتند. جریان مداوم آب با دبی ۰/۴۰ ± ۹/۴۱ لیتر بر دقیقه در محیط سر پوشیده با فتوپریود طبیعی در حوضچه ها برقرار بود. برای غذادهی از غذای بیومار با سایز ۱/۹ میلیمتر با ۴۵ درصد پروتئین و ۱۷ درصد چربی استفاده شد. غذادهی بصورت دستی بر اساس اشتها در ۴ وعده در ساعت های ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ صورت گرفت. آب حوضچه ها هر روز صبح قبل از غذادهی به منظور خروج فضولات به میزان ۲۵ درصد تخلیه می گردید. زیست سنجی از بچه ماهیان با فواصل ۱۵ روزه صورت گرفت و ۲۴ ساعت قبل از زیست سنجی غذادهی به ماهیان متوقف گردید. پرورش به مدت ۷۲ روز ادامه یافت. پارامترهای کمی و کیفی آب درطول دوره پرورش اندازه گیری شد. درجه حرات آب در طول دوره پرورش بطور متوسط ۰/۴۵ ± ۱۹/۴ درجه سانتیگراد، اکسیژن محلول ۰/۱۷ ± ۶/۲۹ میلی گرم در لیتر، pH ۰/۰۱ ± ۸/۱ و دبی آب ۰/۴۰ ± ۹/۴۱ لیتر در دقیقه بود.

۲,۲ تعیین پارامترهای رشد

زیست سنجی بچه ماهیان، با استفاده از ترازوی با دقت گرم جهت تعیین وزن و خط کش با دقت میلی متر پس از ۱۵ روز از شروع پرورش و با فواصل ۱۵ روزه در ۵ دوره صورت گرفت. سپس شاخص های رشد و کارایی غذایی تیمارهای مختلف شامل وزن به دست آمده (Weight gain; WG)، درصد افزایش وزن (Body weight increase; BWI)، نرخ رشد روزانه (Daily growth rate; DGR)، نرخ رشد ویژه (Specific growth rate; SGR)، غذای مصرف شده (Feed intake; FI)، فاکتور وضعیت (Condition factor; CF)، ضریب تبدیل غذایی (Feed conversion ratio; FCR) و نرخ بقا (Survival rate; SR) اندازه گیری و از طریق رابطه های زیر محاسبه شدند (Falahatkar, 2014):

WG (g) = وزن اولیه (گرم) - وزن نهایی (گرم)

BWI (%) = [وزن اولیه (گرم)/ وزن اولیه (گرم) - وزن نهایی (گرم)] ×۱۰۰

DGR (%) = [روزهای پرورش / وزن اولیه – وزن ثانویه] ×۱۰۰

SGR (% /day) = [(Ln (گرم) وزن نهایی - Ln (گرم) وزن اولیه) / (روز) طول دوره پرورش] × ۱۰۰

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-30]

[DOI: 10.22034/jair.10.3.1]

FI (g/fish) = (گرم) تعداد ماهی / کل غذای مصرفی در طول دوره

CF = [(گرم) وزن ماهی / (سانتیمتر) طول کل^{۳}] × ۱۰۰

FCR = (گرم) مقدارغذای مصرفی / (گرم) وزن تر به دست آمده

SR (%) = [تعداد ماهیان در انتهای دوره / تعداد ماهیان در ابتدای دوره] × ۱۰۰

۳,۲ خونگیری و تعیین شاخص های هماتولوژیک

در پایان مدت ۷۲ روزه پرورش، از هر تیمار ۱۲ عدد ماهی (از هر حوضچه ۴ عدد به عنوان نمونه) بصورت تصادفی صید و خونگیری از آنها به منظور اندازه گیری شاخص های هماتولوژیک شمارش افتراقی گلبول های سفید، تعداد گلبول های قرمز، پروتئین کل، مقدار هموگلوبین، مقدار هماتوکریت، Mean corpuscular volume (MCV)، Mean cell hemoglobin (MCH)، mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC)، نوتروفیل، لنفوسیت، مونوسیت و ائوزینوفیل انجام شد. خونگیری با استفاده از سرنگ هپارینه ۲ میلی لیتری از ساقه دمی و در زیر باله مخرجی صورت گرفت. بعد از خون گیری، ۰/۵ میلی لیتر از آن به داخل تیوب های اپندروف شماره گذاری شده جهت انجام مطالعات هماتولوژیک ریخته شدند و به سرعت به یخچال با دمای ۴ درجه سانتی گراد منتقل گردیدند.

برای شمارش گلبول های قرمز و سفید از پیپت ملانژور سفید و قرمز و محلول رقیق کننده Lewis استفاده گردید و تعداد گلبول های سفید و قرمز با استفاده از لام هماستیومتر شمارش گردید (Houston, 1990). برای تعیین درصد هماتوکریت از روش میکروهماتوکریت استفاده شد و میزان هماتوکریت بر حسب درصد محاسبه شد (Falahatkar, 2012). برای اندازه گیری غلظت هموگلوبین از روش سیان مت هموگلوبین و اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۴۰ نانومتر استفاده گردید (Klonts, 1991) شاخص های خونی MCV، MCH و MCHC از طریق فرمول های زیر محاسبه شدند (Klontz, 1994):

MCV (fl) = [تعداد گلبول های قرمز / مقدار هماتوکریت] × ۱۰۰

MCH (pg/cell) = [(تعداد گلبول های قرمز / غلظت هموگلوبین)] × ۱۰

MCHC (%) = [مقدار هماتوکریت / غلظت هموگلوبین] × ۱۰۰

برای تعیین درصد افتراقی گلبول های سفید، پس از تهیه گسترش از روش رنگ آمیزی (Klonz, 1994) استفاده شد و با میکروسکوپ با عدسی ۱۰۰ شناسایی و شمارش انواع گلبول های سفید شامل لنفوسیت، مونوسیت، نوتروفیل و ائوزینوفیل ها به روش زیگزاگ با استفاده از دستگاه شمارنده دستی انجام گرفت. برای تعیین مقدار پروتئین کل در پلاسمای خون نیز از روش رفراکتومتری بر اساس روش (Campbell, 2015) استفاده گردید.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-30]

[DOI: 10.22034/jair.10.3.1]

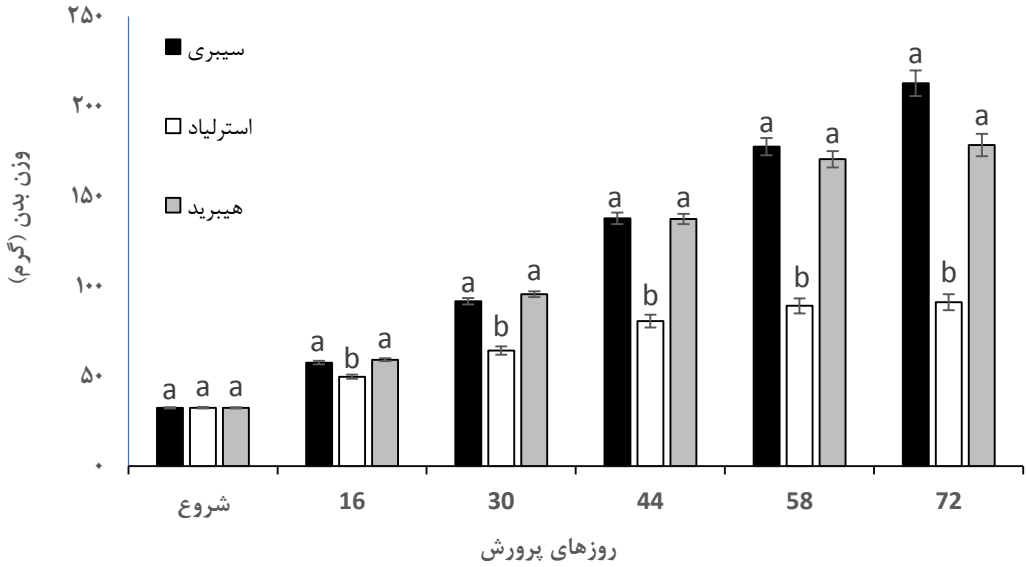
۴,۲ آنالیز آماری

داده های بدست آمده با استفاده از نرم افزارآماری SPSS (IBM, version 25) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای کنترل نرمال بودن داده ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) و برای کنترل همگنی واریانس ها از آزمون Levene استفاده گردید. همچنین برای مشخص نمودن اختلاف میانگین تیمارها از آزمون واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) استفاده شد. برای مقایسه میانگین ها نیز از آزمون توکی (Tukey) استفاده گردید. سطح معنی داری در این آنالیز $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

۳. نتایج

۱,۳ شاخص های رشد

نتایج مربوط به زیست سنجی بچه ماهیان در طول دوره پرورش در شکل ۱ آورده شده است. در اولین زیست سنجی که ۱۵ روز پس از شروع پرورش صورت گرفت اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده نشد (P>۰/۰۵). دردومین زیست سنجی در روز سی ام، وزن هیبرید بطور معنی داری بیشتر از استرلیاد بود (P<۰/۰۵). با ادامه تغذیه، رشد هیبرید کماکان بطور معنی داری بیشتر از ماهی استرلیاد بود. با افزایش سن ماهیان اختلاف بین آنها افزایش یافت و این روند تا پایان دوره ۷۲ روزه پرورش ماهیان ادامه یافت. در آخرین زیست سنجی، ماهی سیبری دارای بالاترین وزن بود و اختلاف معنی داری با استرلیاد نشان داد.



شکل ۱- روند رشد در بچه تاسماهیان سیبری (*Acipenser baerii*)، استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) و هیبرید حاصله (*Acipenser ruthenus* × *Acipenser baerii*) طی دوره ۷۲ روزه

حروف انگلیسی غیر مشابه در هر زیست سنجی نشان دهنده اختلاف معنی دار در بین تیمارهای مختلف است (P<۰/۰۵).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-30]

[DOI: 10.22034/jair.10.3.1]

نتایج مربوط به شاخص های رشد در آخرین زیست سنجی در جدول شماره ۱ آورده شده است. وزن نهایی و طول نهایی در ماهی سیبری بالاتر از هیبرید و استرلیاد، و در هیبرید بالاتر از استرلیاد بود (P<۰/۰۵). افزایش وزن، درصد افزایش وزن بدن، درصد رشد روزانه، نرخ رشد ویژه، غذای خورده شده و درصد مصرف غذایی در هیبرید بیشتر از استرلیاد بود. ضریب تبدیل غذا در هیبرید پایین تر از استرلیاد بود (P<۰/۰۵) ولی با سیبری اختلاف معنی داری نداشت (P>۰/۰۵). بقا در همه تیمارها ۱۰۰ درصد بود.

جدول ۱- شاخص های رشد در بچه تاسماهیان سیبری (*Acipenser baerii*)، استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) و هیبرید حاصله (*Acipenser ruthenus* × *Acipenser baerii*) پس از ۷۲ روز پرورش (میانگین ± خطای استاندارد؛ n=۳)

شاخص های رشد	سیبری	استرلیاد	هیبرید
وزن اولیه (گرم)	۳۲/۳۸ ± ۰/۳۶	۳۲/۳۸ ± ۰/۴۱	۳۲/۳۷ ± ۰/۴۱
طول اولیه (سانتیمتر)	۲۲ ± ۰/۱۴	۲۱/۲۹ ± ۰/۱۴	۲۲/۱۷ ± ۰/۱۲
طول نهایی (سانتیمتر)	۳۸/۷۶ ± ۰/۴۶[a]	۲۹/۳۰ ± ۰/۵۱[b]	۳۷/۳۲ ± ۰/۴۰[a]
افزایش وزن (گرم)	۱۸۰/۴۳ ± ۴/۶۱[a]	۵۸/۷۲ ± ۷/۷۵[b]	۱۴۶/۰۵ ± ۱۱/۲۳[a]
درصد افزایش وزن بدن	۵۵۷/۰۹ ± ۱۳/۹۷[a]	۱۸۱/۳۰ ± ۲۳/۸۸[b]	۴۵۱/۱۳ ± ۳۴/۵۵[a]
نرخ رشد روزانه (درصد)	۲۷۳/۳۷ ± ۶/۹۹[a]	۸۸/۹۷ ± ۱۱/۷۴[b]	۲۲۱/۲۹ ± ۱۷/۰۲[a]
نرخ رشد ویژه (درصد/ روز)	۲/۸۵ ± ۰/۰۳[a]	۱/۵۶ ± ۰/۱۲[b]	۲/۵۸ ± ۰/۰۹[a]
غذای خورده شده (گرم/ ماهی)	۲۲۳/۸۸ ± ۴/۸۸[a]	۹۶/۹۲ ± ۸/۱۰[b]	۱۸۸/۰۶ ± ۱۱/۷۱[a]
شاخص وضعیت	۰/۳۶ ± ۰/۰۱	۰/۳۶ ± ۰/۰۰	۰/۳۴ ± ۰/۰۰
ضریب تبدیل غذا	۱/۲۴ ± ۰/۰۱[b]	۱/۶۷ ± ۰/۰۷[a]	۱/۲۹ ± ۰/۰۲[b]
نرخ بازماندگی (درصد)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

حروف انگلیسی غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار در بین تیمارهای مختلف است (P<۰/۰۵).

۲،۳ شاخص های خونی

نتایج نشان داد به غیر از پروتئین کل و MCH در بقیه موارد اختلاف معنی داری در بین گونه ها مشاهده نمی شود (P<۰/۰۵)، بطوریکه بیشترین میزان پروتئین کل و MCH در ماهیان هیبرید ملاحظه گردید. تعداد گلبول های سفید در هیبرید بیشتر از استرلیاد ولی تعداد گلبول های قرمز کمتر از استرلیاد ولی این اختلاف معنی دار نبود.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-30]

[DOI: 10.22034/jair.10.3.1]

جدول ۲- پارامترهای خونی در بچه تاسماهیان سیبری (*Acipenser baerii*)، استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) و هیبرید حاصله (*Acipenser ruthenus* × *Acipenser baerii*) پس از ۷۲ روز پرورش (میانگین ± خطای استاندارد؛ n=۳)

شاخص های خونی	*سیبری*	*استرلیاد*	*هیبرید*
تعداد گلبول های سفید ($/mm^3$)	۵۹۵۰ ± ۲۰۳/۵۷	۵۱۵۸/۳۳ ± ۲۰۵/۰۴	۵۸۸۳/۳۳ ± ۲۸۴/۶۴
تعداد گلبول های قرمز ($\times ۱۰^{۶}/mm^3$)	۱/۳۴ ± ۰/۰۳	۱/۳۸ ± ۰/۰۲	۱/۳۶ ± ۰/۰۲
پروتئین کل (گرم / دسی لیتر)	۴/۳۳ ± ۰/۱۲^{bc}	۳/۹۵ ± ۰/۰۹^{c}	۴/۴۹ ± ۰/۲۱^{ab}
هموگلوبین (گرم / دسی لیتر)	۷/۴ ± ۰/۱۸	۷/۶۸ ± ۰/۱۲	۷/۶۳ ± ۰/۱۱
هماتوکریت (درصد)	۳۱/۵ ± ۰/۶۷	۳۲ ± ۰/۴۸	۳۲/۲۵ ± ۰/۴۹
MCV (فمتولیتر)	۲۳۳/۵۸ ± ۱/۶۱	۲۳۱/۱۷ ± ۱/۹۵	۲۳۶/۰۸ ± ۱/۶۶
MCH (پیکوگرم/ سلول)	۴۴/۵۸ ± ۰/۳۱^{c}	۵۵/۲۵ ± ۰/۲۵^{bc}	۵۵/۶۷ ± ۰/۲۶^{ab}
MCHC (گرم/ دسی لیتر)	۲۳/۴۵ ± ۰/۱۲	۲۳/۹۲ ± ۰/۱۷	۲۳/۶۳ ± ۰/۱۵
لنفوسیت (درصد)	۷۲/۸۳ ± ۰/۸۱	۷۴/۶۷ ± ۰/۶۴	۷۲/۲۵ ± ۰/۹۲
نوتروفیل (درصد)	۲۳/۴۲ ± ۰/۴۵	۲۱/۴۲ ± ۰/۵۴	۲۳/۲۵ ± ۰/۸۷
مونوسیت (درصد)	۳/۲۵ ± ۰/۳۳	۳/۵۸ ± ۰/۳۴	۴/۰۸ ± ۰/۳۱
ائوزینوفیل (درصد)	۰/۵ ± ۰/۲۰	۰/۳۳ ± ۰/۱۹	۰/۴۲ ± ۰/۱۹

حروف انگلیسی غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار در بین تیمارهای مختلف است ($P<۰/۰۵$).

۴. بحث

آنالیز پارامترهای رشد پس از ۷۲ روز پرورش نشان دهنده رشد بیشتر و معنی دار ماهی هیبرید نسبت به ماهی استرلیاد و نتایج کسب شده تا حدود زیادی به ماهی سیبری نزدیک بود ولی تفاوت معنی داری بین آنها مشاهده نشد. این نتیجه با مطالعه صورت گرفته توسط Ronyai و Peteri (۱۹۹۰) روی ماهیان استرلیاد و هیبرید آن با ماهی سیبری در سیستم پرورش بسته که نشان داد ماهیان هیبرید از رشد بیشتری نسبت به استرلیاد برخوردار هستند، مطابقت دارد. این تحقیق همچنین با نتایج تحقیقات کارشناسان روسی در خصوص ماهی هیبرید بستر (فیل ماهی ماده *Huso huso* × استرلیاد نر) که رشد هیبرید حاصله بیشتر از ماهی استرلیاد است و این تفاوت با افزایش سن ماهی بیشتر و بسیار معنی دار می شود، نیز مطابقت دارد (Keyvan, 1994).

Shivaramu و همکاران (۲۰۱۹) رشد و بقا گونه های خالص تاسماهی روسی (*Acipenser gueldenstaedtii*)، تاسماهی سیبری و هیبریدهای آنها را از مرحله لاروی تا ۱۵۱ روز پس از خروج از تخم و ۹۱۳ روز پس از خروج از تخم با هم مورد مقایسه قرار دادند. تا ۱۵۱ روز پس از خروج از تخم بالاترین بقا در گونه های خالص مشاهده شد ولی پس از آن این روند تغییر کرد و در ۹۱۳ روز پس از خروج از تخم کمترین میزان بقا (۰/۲۱ درصد) و کمترین وزن (۲۶۴ گرم) در تاسماهی روسی مشاهده گردید. بیشترین وزن (۴۳۵/۳ گرم) در هیبرید تاسماهی روسی × سیبری و بیشترین میزان بقا (۱۲/۳۲ درصد) در هیبرید سیبری × تاسماهی روسی مشاهده شد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-30]

[DOI: 10.22034/jair.10.3.1]

Shivaramu و همکاران (۲۰۲۰) رشد و بازماندگی در گونه های خالص سیبری، استرلیاد و هیبریدهای آنها را مورد مقایسه قرار دادند. نتایج آنها نشان داد ۸۶۲ روز پس از خروج از تخم بیشترین میزان رشد در هیبرید استرلیاد × سیبری و پایین ترین میزان رشد در گونه خالص استرلیاد مشاهده گردید. بیشترین بازماندگی در گونه خالص سیبری و کمترین بازماندگی در گونه خالص استرلیاد حاصل گردید. هیبریدهای مورد مطالعه دارای میانگین وزن بالاتر در مقایسه با گونه خالص استرلیاد بودند. این نتایج با یافته های تحقیق حاضر که در آن سرعت رشد هیبرید بیشتر از استرلیاد بوده است، مطابقت دارد.

در این تحقیق با افزایش سن ماهیان اختلاف بین آنها افزایش یافت و ۳۰ روز پس از پرورش اختلاف وزن هیبرید با استرلیاد معنی دار شد اما با وجود کمتر بودن رشد هیبرید نسبت به سیبری، این تفاوت معنی دار نبود. اندازه گیری پارامترهای رشد پس از ۷۲ روز پرورش نشان دهنده تفاوت معنی دار ماهی هیبرید با ماهی استرلیاد بود ولی نتایج به ماهی سیبری نزدیک است و تفاوت معنی داری بین آنها مشاهده نشد. وزن نهایی، طول نهایی، درصد رشد روزانه، نرخ رشد ویژه و درصد افزایش وزن بدن در هیبرید بطور معنی داری بیشتر از استرلیاد بود در حالیکه تفاوت معنی داری با سیبری نداشت. ضریب تبدیل غذا در هیبرید بطور معنی داری کمتر از استرلیاد بود ولی اختلافی با سیبری نداشت. به نظر می رسد که اهداف تحقیق یعنی پیدایش خصوصیات مثبت ماهی سیبری از جمله سرعت رشد مناسب در هیبرید نیز نمایان شده است. در هفته دهم پرورش تنها پارامتر غیر معنی دار در بین هر ۳ نوع ماهی، شاخص وضعیت و در بین همه آنها تقریباً یکسان بود که نشان دهنده عدم وجود اختلال در رشد طبیعی هیبرید از نظر نسبت های بین طول و وزن و شکل طبیعی بدن می باشد.

یکی از اهداف دورگه گیری در صنعت آبزی پروری، بهبود عملکردهای رشد است. بهبود عملکرد تولید، حالتی کاملا تصادفی است که به دلیل بروز همکاری آللی در دورگه ها ممکن است به صورت برتری دورگه یا هتروزیس بروز نماید (Bartley *et al*., 2001). در این تحقیق دورگه تولید شده خصوصیات رشد برتر از والد مادری را از خود بروز داد و شاخص های رشد با اختلاف معنی داری بالاتر از ماهی استرلیاد بود که می تواند نشان دهنده بروز همکاری آللی در هیبرید باشد.

برخی از صفات فرزندان ناشی از تظاهر ژن های آنها نبوده، بلکه از تاثیر ژن های مادری ناشی می شوند. توارث ممکن است موقتی باشد یا در سراسر عمر جاندار باقی بماند (Falconer and Mackay, 1996). توارث مادری به علت تشکیل مقدار بیشتری سیتوپلاسم در سلول تخم حاصل از آمیزش اسپرم و تخمک نقش بیشتری در انتقال صفات به نتاج دارد (Herbinger *et al*., 1995; Wangila and Dick; 1996; Garcia de Leon *et al*., 1998) نتایج حاصل از این تحقیق در مورد شاخص های رشد برخلاف نظریه فوق بوده است. در این تحقیق ماهی مولد مادر، ماهی استرلیاد بود است ولی ماهی هیبرید از نظر شاخص های رشد به مولد پدری یعنی سیبری نزدیک تر بود. بنابراین تولید هیبرید با مولد مادری سیبری و مقایسه هیبرید به شیوه این تحقیق برای بدست آوردن نتایج بهتر مناسب تر به نظر می رسد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-30]

[DOI: 10.22034/jair.10.3.1]

با توجه به یکسان بودن شرایط برای همه تیمارها، بدون شک بروز هر گونه صفتی در بچه ماهیان هیبرید این تحقیق به عوامل ژنتیکی و انتقال ژن مربوطه از یکی از والدین به ماهی هیبرید مربوط می شود که در این تحقیق بهبود فاکتورهای رشد هیبرید نسبت به ماهی استرلیاد، نشان از انتقال و تاثیر ژن های مربوط به رشد ماهی سیبری به ماهی هیبرید دارد.

شاخص های خونی ماهیان به عوامل مختلفی از قبیل گونه، اندازه، سن، وضعیت فیزیولوژیک، شرایط محیطی، رژیم غذایی، کمیت و کیفیت غذا، مواد تشکیل دهنده جیره، منابع پروتئینی، ویتامین ها و محرک های رشد بستگی دارد (Lim *et al*., 2000; Irianto and Austin, 2002; Brunt and Austin, 2005) از آنجایی که تمامی شرایط در این تحقیق برای همه تیمارها یکسان بوده است بروز هرگونه تفاوت شاخص های خونی بین هیبرید و والدین می تواند در ارتباط با تغییرات فیزیولوژیک در هیبرید باشد. در تحقیق حاضر، به غیر از پروتئین کل و MCH، در بقیه فاکتورهای هماتولوژیک اختلاف معنی داری در بین هیبرید و گونه های مادری و پدری مشاهده نشد که می تواند نشان دهنده تغییرات بسیار کم فیزیولوژیک در هیبرید تولید شده باشد.

معمولاً مقادیر هموگلوبین و شاخص های هماتولوژیک با توجه به کمبود مواد مغذی ضروری، گونه ماهی، شرایط محیطی و وضعیت رشد متفاوت می باشد (Garrido *et al*., 1990). با توجه به اینکه در تحقیق فوق همه شرایط به غیر از گونه ماهی یکسان بوده است نتایج نشان داد که در ماهی هیبرید تولید شده هیچگونه شرایط غیر معمول فیزیولوژیک به وجود نیامده است و مشابهت های زیاد ماهی هیبرید با دو گونه اصلی نشان از عدم تفاوت های فیزیولوژیک دارد. میانگین MCH در ماهی هیبرید بیشتر از سیبری و استرلیاد بود که شاید این موضوع بتواند در فیزیولوژی تنفس در هیبرید حاصله موثر باشد و قابلیت حمل اکسیژن را در بدن این ماهی بیشتر نماید که نیاز به مطالعات تکمیلی دارد.

سنجش سطح پروتئین های سرم خون شاخص مناسبی جهت بررسی وضعیت ایمنی ماهیان می باشد (Rezaei *et al*., 2012) تصور می شود که افزایش میزان آلبومین، گلوبولین و پروتئین سرم بیشتر در ارتباط با تحریک سیستم ایمنی غیراختصاصی میزبان باشد و در پاسخ ایمنی نقش دارند (Wiegertjes *et al*., 1996; Harikrishnan *et al*., 2011). گزارش شده است که سطح بالای پروتئین کل سرم مربوط به عملکرد خوب کبد و سایر اندام هایی است که پروتئین پلاسما را سنتز می کنند (Metwally, 2009) با توجه به نقش مثبت پروتئین در تامین مواد مغذی و پاسخ به استرس، به نظر می رسد بالا بودن پروتئین کل پلاسما در هیبرید نسبت به سیبری و استرلیاد، نشان دهنده شرایط بهتر متابولیت های تغذیه ای هیبرید نسبت به دو گونه خالص مادری و پدری باشد.

در این تحقیق شاخص های رشد و برخی از شاخص های خونی بین گونه های خالص و هیبرید بین آنها مورد مقایسه قرار گرفت. شاخص های رشد در ماهی هیبرید بطور معنی داری بهتر و بالاتر از گونه مادری بود. بدون شک مطالعات ژنتیکی می تواند اطلاعات کامل تری در خصوص علت این برتری و مفید بودن این دورگه گیری ارائه نماید. در این تحقیق والد مادری

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-30]

[DOI: 10.22034/jair.10.3.1]

ماهی استرلیاد بوده است و بنظر می رسد هیبریدگیری با استفاده از ماهی سیبری بعنوان والد مادری و مقایسه آن با هیبریدی که والد مادری آن ماهی استرلیاد باشد می تواند نتایج کامل تری را در خصوص نوع بهتر و برتر هیبرید بین این دو گونه ارائه نماید. مشخص شدن شاخص های رشد در سنین بالاتر، سن تخم دهی، درصد خاویار نسبت به وزن بدن، امکان باروری تخم ها در هیبریدها و مقایسه آن با گونه های خالص والدین از ضروریات ادامه این تحقیق است تا با اطمینان کامل نسبت به مزایای هیبرید حاصله و معرفی به صنعت آبزی پروری اقدام نمود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این پژوهش بر خود لازم می دانند از پرسنل مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف پور سیاهکل به خصوص مهندس بهمن مکنت خواه، مهندس شاپور غلامی، دکتر مهدی رحمتی، محمد شهبازی، ابوطالب محمدی، حمید سرپاسی، ابراهیم روشن، محمد خانی و حمید قره داغی که در انجام این تحقیق مشارکت نمودند، تشکر و قدردانی نمایند. همچنین بدین وسیله از سایر دوستانی که نقش به سزایی در پیشبرد اهداف در این تحقیق داشتند قدردانی می گردد.

منابع

Azari Takami, GH. 2009. Reproduction and breeding of sturgeon. University of Tehran Publication, 401 p. (In Persian).

Bartley, D.M., Rana, K., Immink, A.J. 2000 The use of inter-specific in aquaculture and fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10: 325-337.

Bronzi, P., Rosenthal, H., Arlati, G., Williot, P., 1999. A brief overview on the status and prospects of sturgeon farming in Western and Central Europe. Journal of Applied Ichthyology, 15 (4-5): 224-227.

Bronzi, P., Rosenthal, H., Gessner, J. 2011. Global sturgeon aquaculture production: an overview. Journal of Applied Ichthyology, 27 (2): 169-175.

Bronzi, P., Chebanov, M., Michaels, J. T., Wei, Q., Rosenthal, H., Gessner, J. 2019. Sturgeon meat and caviar production: Global update 2017. Journal of Applied Ichthyology, 35 (1): 257-266.

Brunt, J., Austin, B. 2005. Use of a probiotic to control lactococcosis and streptococosis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Journal of Fish Disease, 28 (12): 693-701.

Campbell, T.W. 2015. Exotic Animal Hematology and Cytology. John Wiley and Sons, 424 p.

Chevassus, B. 1983. Hybridization in fish. Aquaculture, 33 (1-4): 245-262.

Falahatkar, B, Efatpanah, I. 2011. Extraction of eggs from sterlet (*Acipenser ruthenus)* through surgery. Journal of Veterinary Research, 66 (4): 349-353. (In Persian).

Falahatkar, B. 2012. The metabolic effects of feeding and fasting in beluga *Huso huso*. Marine Environmental Research, 82: 69-75.

Falahatkar, B. 2014. Feeding and Feed Formulation in Aquatic Organisms. Institute of Technical and Vocational Higher Education, Tehran, 334 p

Falahatkar, B. 2018. Nutritional requirements of the Siberian sturgeon: An updated synthesis. In: The Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt, 1869). Williot, P., Nonnotte, G., Vizziano-Cantonnet, D., Chebanov, M. (Eds.) Volume 1 - Biology. Springer, Cham. pp 207-228.

Falconer, D.S., Mackay, T.F.C. 1996. Introduction to quantitative genetics, Fourth edition. Pearson Education, Ltd., Essex, UK, 464 p.

Garcia de Leon, F.J., Canonne, M., Quillet, E., Bonhomme, F., Chatain, B. 1998. The application of microsatellites markers to breeding programs in the sea bass *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture, 159 (3-4): 303-316.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-30]

[DOI: 10.22034/jair.10.3.1]

Garrido, L.G., Chapuli, R.M., Andres, A.V. 1990. Serum cholesterol and triglyceride levels in *Scyliorhinus canicula* (L.) during sexual maturation. Journal of Fish Biology, 36 (4): 499-509.

Harikrishnan, R., Kim, M.C., Kim, J.S., Balasundaram, C., Heo, M.S. 2011. Protective effect of herbal and probiotics enriched diet on haematological and immunity status of *Oplegnathus fasciatus* (Temminck & Schlegel) against *Edwardsiella tarda*. Fish and Shellfish Immunology, 30 (3): 886-893.

Herbinger, C.M., Doyle, R.W., Pitman, E.R., Paquet, D., Mesa, K.A., Morris, D.B., Wright, J.M., Cook, D. 1995. DNA fingerprinting based analysis of paternal and maternal effects on offspring growth and survival in communally reared rainbow trout. Aquaculture, 137 (1-4): 245-256.

Holčik, J. 1989. The freshwater fishes of Europe, Vol. I, part 2, General introduction to fishes Acipenseriformes. Aula-Verlag, Wiesbaden, Germany.

Houston, A. 1990. Blood and circulation. In: Schreck, C.B., Moyle, P.B. (Eds). Methods in Fish Biology. American Fisheries Society, Maryland, 335 p.

Hulata, G. 2001. Genetic manipulations in aquaculture: a review of stock improvement by classical and modern technologies. *Genetica* 111, 155-173.

Irianto, A., Austin, B. 2002. Use of probiotics to control furunculosis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Journal of Fish Disease, 25 (6): 333-342.

Jafari, N., Falahatkar, B., Sajjadi, M.M. 2019. The effect of feeding strategies and body weight on growth performance and hematological parameters of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*, *Brandt* 1869): Preliminary results. Journal of Applied Ichthyology 35 (1), 289-295.

Keyvan, A. 1994. Report of the 2nd International Sturgeon Symposium on the current and future status of sturgeon stocks, especially in the Caspian Sea, how to use biotechnology for full-period breeding of these fish and their hybrids for sustainable use of stocks and prevention of extinction of their offspring. Iranian Fisheries Company. 150 p.

Klontz, G.W. 1994. Fish Hematology. In: Techniques to Fish Immunology, Stolen, J.S., Flecher, A.F., Foweely, T.C., Zelikiff, S.L., Smith, S.A. (Eds). Vol 2. SOS Publications, USA, pp 121-193.

Lim, C., Klesius, P. H., Li, M. H., Robinson, E. H. 2000. Interaction between dietary levels of iron and vitamin C on growth, hematology, immune response and resistance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to *Edwardsiella ictaluri* challenge. Aquaculture, 185 (3): 313-327.

Metwally, M.A.A. 2009. Effects of garlic (*Allium sativum*) on some antioxidant activities in *Tilapia nilotica* (*Oreochromis niloticus*). World Journal of Fish and Marine Sciences, 1 (1): 56-64.

Rezaei, M.H., Sorinezhad, A., Soltanian, S., Yousefzadi, M. 2012. Study on some growth parameters and hematology of *Pangasianodonby hypophthalmus* adding the *Salvia macrosiphon* extract to diet. Journal of Aquatic Ecology, 2 (2): 28-43. (In Persian).

Rónyai, A., Péteri, A. 1990. Comparison of the growth of sterlet (*Acipenser ruthenus* L.) and its hybrid with Siberian sturgeon (*Acipenser ruthenus* L. × *Acipenser baerii* Brandt) in recirculation system. Aquaculture Hungarica, 1 (1): 185-192.

Scribner, K.T., Page, K.S., Bartron, M.L. 2001. Hybridization in freshwater fishes: a review of case student and cytonuclear methods of biological inference. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 10: 293-323.

Shivaramu, S., Vuong, D.T., Havelka, M., Lebeda, I., Kašpar, V., Flajšhans, M. 2019. Influence of interspecific hybridization on fitness-related traits in Siberian sturgeon and Russian sturgeon. Journal of Animal Science, 64(2): 78-88.

Shivaramu, S., Vuong, D.T., Havelka, M., Lebeda, I., Kašpar, V., Flajšhans, M. 2020. The heterosis estimates for growth and survival traits in sterlet and Siberian sturgeon purebreds and hybrids. Journal of Applied Ichthyology, 36 (3): 267-274.

Simonsen, V., Hansen, M.M., Mensber, K.L.D., Sardwer, R.I., Alam, S. 2005. Widespread hybridization among species of Indian major carps in hatcheries, but not in the wild. Journal of Fish Biology, 67 (3): 794-808.

Wangila, B.C.C., Dick, T.A. 1996. Genetic effects and growth performance in pure and hybrid strains of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Aquaculture Research, 27 (1): 35-41.

Wiegertjes, G.F., Stet, R.J.M., Parmentier, H.K., Van Muiswinkel, W.B. 1996. Immunogenetics of disease resistance in fish; a comparable approach. Development Comparative Immunology, 20 (6): 365-371.

Williot, P., Sabeau, L., Gessner, J., Arlati, G., Bronzi, P., Gulyas, T., Berni, P. 2001. Sturgeon farming in Western Europe: recent developments. Aquatic Living Resources, 14 (6): 367-374.

Williot, P., Arlati, G., Chebanov, M., Gulyas, T., Kasimov, R., Kirschbaum, F., Patriche, N., Pavlovskaya, L.P., Poliakova, L., Pourkazemi, M. 2002. Status and management of Eurasian

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-30]

[DOI: 10.22034/jair.10.3.1]

sturgeon: An overview. International Reviews of Hydrobiology, 87 (5-6): 483-506.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-08-30]

[DOI: 10.22034/jair.10.3.1]