دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی"
دوره ششم، شماره چهارم، زمستان ۹۷
http://jair.gonbad.ac.ir

برآورد وراثت‌پذیری مراحل مختلف رشد و نمو جنینی تاسماهی ایرانی *Acipenser persicus* Borodin, 1897

علی حلاجیان[۱]، حسینعلی عبدالحی*[۲]، عبدالاحد شادپرور[۳]، مهتاب یارمحمدی[۴]، محمدعلی یزدانی ساداتی[۵]

[۱]دانشجوی دکتری تکثیر و پرورش آبزیان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر، رشت، گیلان، ایران

[۲]استاد، گروه ژنتیک سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران، ایران

[۳]استاد، گروه علوم دام دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

[۴]استادیار، گروه ژنتیک سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر، رشت، ایران

[۵]دانشیار، گروه تکثیر و پرورش آبزیان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر، رشت، ایران

تاریخ ارسال: ۹۶/۰۲/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۴/۱۵

چکیده

به منظور برآورد وراثت‌پذیری در تخم تاسماهی ایرانی (*A. persicus*) سه ماهی مولد نر و سه مولد ماده از سواحل جنوب غربی دریای خزر در بهار ۱۳۹۵ صید و برای انجام طرح استفاده شد. آمیزش در قالب یک آزمایش فاکتوریل ۳×۳، مشتمل بر ۹ تیمار آمیزش متقابل انجام گردید. صفات مورد مطالعه وزن و قطر تخم مراحل جنینی بلاستولا، گاسترولا و نورولا بود. برای تخمین وراثت پذیری، تعداد ۲۷۰ عدد تخم در هر مرحله از رشد جنین نمونه‌برداری شد. برآورد مؤلفه‌های واریانس صفات، تحت یک مدل خطی مختلط (LMM) انجام شد. وراثت پذیری وزن و قطر تخم در مرحله بلاستولا به‌ترتیب ۰/۴۲۲±۰/۲۱۸و ۰/۱۴۵±۰/۳۷۵، در مرحله گاسترولا به‌ترتیب ۰/۰۶۲±۰/۰۳۳ و ۰ و در مرحله نورولا به‌ترتیب ۰/۴۵±۰/۳۷۷ و ۰/۵۶۴±۰/۲۷۲ برآورد گردید. نتیجه پیش‌بینی ارزش ژنتیکی افزایشی مولدین نشان داد که ماده مولد شماره ۳ و نر مولد شماره ۳ به‌ترتیب با ارزش ارثی برابر ۰/۷۸۷ و ۰/۲۸۷ بهترین مولدین بودند. همبستگی وزن و قطر تخم در مراحل فوق

*مسئول مکاتبه: hossein_abdolhay@yahoo.com

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

به‌ترتیب ۰/۱۰۶ ، ۰/۴۴ و ۰/۴۳ بود. به طور کلی وراثت‌پذیری متوسط صفات وزن و قطر تخم نشان می‌دهد که انتخاب برای این صفات می‌تواند منشأ رشد ژنتیکی مثبت باشد.

***واژه‌های کلیدی*: *A. persicus*، مراحل جنینی، تخمک، وراثت‌پذیری.**

مقدمه

تاس‌ماهیان منحصراً در نیمکره شمالی زندگی می‌کنند (Billard and Lecointre, 2001) و از با ارزش‌ترین گونه‌های آبزیان اقتصادی می‌باشند. در حال حاضر ۲۷ گونه از انواع تاس‌ماهیان در آب‌های نیمکره شمالی زیست می‌کنند که اکثر آن‌ها در حال انقراض می‌باشند (Dapra *et al.*, 2009; Hallajian, 1998). دریای خزر زیستگاه طبیعی ۵ گونه از تاس‌ماهیان بوده و بخش جنوبی این دریای خزر جایگاه ویژه برای تاس‌ماهی ایرانی می‌باشد (Khodorevskaya *et al.*, 1997). متأسفانه در سال‌های اخیر به‌دلیل توسعه فعالیت‌های انسانی، شرایط بوم‌شناسی دریای خزر به‌طور جدی مورد تهدید واقع شده که این تغییر وضعیت، روند طبیعی زیست آبزیان بزرگ‌ترین دریاچه جهان از جمله تاس‌ماهیان را مختل نموده است (Billard and Lecointre, 2001). تاس‌ماهیان عموماً عمر طولانی دارند و دیر به بلوغ جنسی می‌رسند. به‌طوری‌که اولین زمان بلوغ جنسی حداقل در سن ۶ سالگی در گونه ازون برون و حداکثر آن‌ها در سن ۱۸ سالگی در گونه فیل‌ماهی (Kohne Shahri and Azeri Takami, 1974) رخ می‌دهد.

زمینه پرورش ماهی سابقه‌ای بسیار کوتاهتری در مقایسه با پرورش دام و مرغ دارد، بنابراین درک درست از منابع تنوع صفات مهم اقتصادی در طراحی برنامه‌های بهگزینی و پیش‌بینی پاسخ‌های انتخاب امری ضروری است. از این رو وراثت پذیری و همبستگی ژنتیکی، دو پارامتر مهم در اندازه گیری واریانس ژنتیکی افزایشی و کوواریانس است. وراثت پذیری در برنامه بهگزینی یکی از روش‌های شناسایی صفات مورد نظر ماهیانی که دارای ظرفیت ژنتیکی مطلوب هستند، می‌باشد و دامنه آن بین ۰ تا ۱ یا به‌صورت درصد از صفر تا ۱۰۰٪ است. در این حالت پس از انتخاب ژنتیکی حیوان (براساس ارزش ارثی) از آن‌ها به عنوان مولد برای تولید نسل بعد استفاده می‌شود. عموماً برای پیش‌بینی ارزش ژنتیکی یک ماهی، می توان از اطلاعات یا مشاهدات حاصل از همان ماهی استفاده نمود. هدف برنامه‌های بهگزینی این است ماهیانی که دارای ظرفیت ژنتیکی بالاتر از میانگین جامعه هستند شناسایی و انتخاب شده و از آن‌ها به عنوان والدین نسل بعد استفاده شود. بدین ترتیب انتظار این است که میانگین ژنتیکی نتایج بیشتر از میانگین نسل والدین باشد (Cameron, 1997).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

مدل حیوانی یک اثر تصادفی برای اثر ژنتیکی افزایشی هر فرد است و آن مجموعه‌ای کامل از روابط ژنتیکی افزایشی در میان تمام افراد می‌باشد و اجازه می‌دهد تا برآورد بی‌طرفانه از اجزای واریانس، حتی برای داده‌های مربوط به انتخاب و آمیزش غیر تصادفی انجام گیرد (Sorensen and Kennedy, 1986). از طرفی یکی از پارامترهای ژنتیکی بسیار مهم در بحث مربوط به‌گزینی وراثت پذیری می‌باشد. وراثت پذیری نشان می‌دهد چه مقدار پیشرفت در ازای انتخاب برای یک صفت قابل انتظار بوده یا حاصل شده است.

آگاهی از پارامترهای ژنتیکی صفات می‌تواند در تصمیم‌گیری برای ادامه پرورش نقش مهمی را ایفاء نماید. به‌طوری‌که ممکن است انتخاب ژنتیکی نامناسب بر عملکرد رشد اثرات منفی داشته و بایستی این گونه ماهیان که دارای صفات ژنتیکی نامناسب هستند در ادامه چرخه پرورش نادیده گرفته شوند. با این حال، مطالعات انجام شده در خصوص وراثت‌پذیری و همبستگی ژنتیکی بین صفات تخم ماهی خیلی کم می‌باشد درحالی‌که اندازه تخم یکی از عوامل مهم تعیین‌کننده در کیفیت لارو است (Bascinar and Okumus, 2004).

برآورد وراثت‌پذیری از صفات مهم اقتصادی تاس‌ماهیان همانند سایر حیوانات است ولی متأسفانه در مورد صفات کمی به ویژه وراثت‌پذیری تاس‌ماهیان در ایران مطالعه‌ای صورت نگرفته اما روی برخی ماهیان ایران از قبیل کپور وحشی (*Cyprinus carpio*) (Yousefian *et al.*, 2011)، ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*) (Yousefian *et al.*, 2012) بررسی‌هایی انجام شده است. همچنین مطالعاتی نیز روی وراثت‌پذیری قطر تخم میگوی پاسفید (*Penaeus vannamei*) (Arcos *et al.*, 2004; Tan *et al.*, 2017)، وراثت و همبستگی ژنتیکی بین وزن بدن، حجم تخم، تعداد تخم و اندازه تخم قزل‌آلای رنگین‌کمان (Gall, 1975; Gall and Gross, 1978; Huang and Gall, 1990; Su *et al.*, 1997 and 2002) (*Oncorhynchus mykiss*)، وراثت‌پذیری و وزن تخم سبز و چشم‌زده ماهی آزاد چاو (*Oncorhyncus kisutch*) (Gall and Neira, 2004) وجود دارد. از آنجایی که تحقیقی روی وراثت‌پذیری تخم تاس‌ماهیان صورت نگرفته، لذا این تحقیق جهت بررسی برآورد وراثت‌پذیری و همبستگی تخم در مراحل رشد و نمو جنینی در گونه تاسماهی ایرانی (*A. persicus*) انجام شده است.

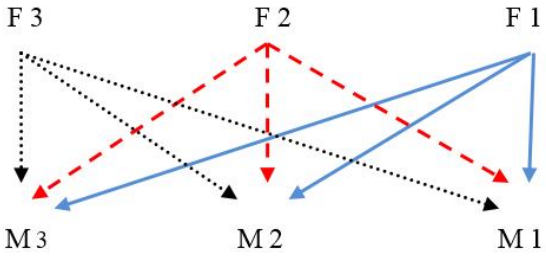
مواد و روش کار

جهت انجام این تحقیق، ۶ قطعه از مولدین تاس‌ماهی ایرانی وحشی که از طریق دام‌های گوش‌گیر در سواحل جنوب غربی دریای خزر (سواحل استان گیلان) در بهار سال ۱۳۹۵ صید شده بودند انتخاب و با استفاده از چان‌های برزنتی مجهز به کپسول اکسیژن توسط کامیون به استخرهای کورانسکی مرکز بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری شهید بهشتی واقع در سد سنگر رشت منتقل شدند. برای ایجاد آرامش و کاهش

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

استرس ناشی از انتقال مولدین نر و ماده از دریا، ماهیان به صورت مجزا نگهداری شدند. قبل از عملیات تکثیر مصنوعی، طول کل، طول فورک و طول سینه با استفاده از متر پارچه‌ای بر حسب سانتی‌متر، وزن مولدین با ترازو بر حسب کیلوگرم و سن آن‌ها با استفاده از شعاع سخت باله سینه‌ای سنجش شد. برای تحریک مولدین و آمادگی برای اوولاسیون از هورمون LHRH-a2 با تزریق زیر جلدی استفاده شد. سه مولد ماده یادشده هم‌زمان مورد تزریق هورمون جنسی با غلظت ۴ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن ماهی قرار گرفتند. تزریق ماده‌ها طی ۲ مرحله که اولین مرحله تزریق هورمون به میزان ۱۰٪ کل حجم تزریقی در ماده‌ها و دومین مرحله تزریق (۹۰ درصد کل حجم هورمون تزریقی باقی‌مانده) ۱۲ ساعت بعد از مرحله اول صورت گرفت. سه مولد نر نیز به طور هم‌زمان مورد تزریق هورمون جنسی با غلظت ۲ میلی‌گرم در کیلوگرم انجام شد. تزریق در نرها یک مرحله‌ای بوده و هم‌زمان با تزریق دوم ماده‌ها صورت گرفت (Mohammadi *et al.*, 2015).

در این پژوهش آمیزش بین ۳ مولد ماده و ۳ مولد نر در قالب یک آزمایش فاکتوریل ۳×۳ انجام شد. در مجموع ۹ تیمار به‌ترتیب تیمار ۱ (F1M1)، تیمار ۲ (F1M2)، تیمار ۳ (F1M3)، تیمار ۴ (F2M1)، تیمار ۵ (F2M2)، تیمار ۶ (F2M3)، تیمار ۷ (F3M1)، تیمار ۸ (F3M2) و تیمار ۹ (F3M3) (هر تیمار دارای ۳ تکرار) ایجاد گردید (شکل ۱).



شکل ۱- آزمایش فاکتوریل ۳×۳ حاصل از آمیزش مولدین تاسماهی ایرانی (*A. persicus*) ماده با نر وحشی (M= نر و F = ماده)

آمیزش (تکثیر مصنوعی) بر اساس روش مرسوم مراکز تکثیر ماهیان خاویاری به روش نیمه‌خشک بوده و اسپرم مخلوط با تخمک به‌مدت ۵ دقیقه هم زده شد. برای رفع چسبندگی تخم‌ها از گل رس و سپس شستشو با آب به‌مدت ۴۰ دقیقه استفاده گردید. سپس تخم ماهی هر تیمار به‌طور مساوی در ۳ پاکت انکوباتور به‌عنوان تکرار هر تیمار ریخته شد. دمای و اکسیژن محلول آب توسط دماسنج و اکسی‌متر دیجیتال مدل HACH ساخت آمریکا و pH آب به‌وسیله دستگاه pH متر مدل i/SET ۳۳۰ (WTW) ساخت آلمان هر روز اندازه‌گیری شد. دمای آب ۱/۳۴±۱۸/۲ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

محلول آب ۱/۰۹±۸/۱ میلی‌گرم در لیتر و pH آب ۰/۴۱± ۷/۵ در طول دوره انکوباسیون برای تمامی تیمارها بود.

جهت اندازه‌گیری صفات وزن و قطر تخم به منظور برآورد وراثت پذیری تخم در مراحل بلاستولا، گاسترولا و نورولا، از هر تیمار ۳۰ عدد تخم و در مجموع برای هر مرحله ۲۷۰ عدد نمونه‌برداری صورت گرفت و بلافاصله وزن تک‌تک تخم‌ها با ترازوی دیجیتال با حساسیت ۰/۰۱ گرم و قطر آن‌ها با استفاده از میکروسکوپ نوری مجهز به مانیتور نیکون مدل Digital Sight DS-L2 اندازه‌گیری شد.

ارزش ژنتیکی مولدین به همراه مؤلفه‌های واریانس صفات وزن و قطر تخم به‌عنوان متغیرهای پیوسته با استفاده از نرم‌افزار R (توسعه‌یافته توسط Core Team 2011) تحت یک مدل خطی مختلط (LMM) با بسته Lme4 (Bates *et al.*, 2011) برآورد گردید (مدل ۱ و ۲). واریانس بدست آمده از مدل اثر مختلط LMM برای محاسبه اجزای تنوع فنوتیپی مورد استفاده قرار گرفت و با استفاده از اطلاعات به‌دست آمده از این نرم‌افزار وراثت‌پذیری پدری، مادری و اثر متقابل آن‌ها طبق رابطه زیر (مدل ۳) در نرم‌افزار اکسل محاسبه گردید:

(مدل ۱) $y_{ijk}= \mu+s_i+d_j+(s\times d)_{ij}+e_{ijk}$

(مدل ۲) $y=Xb+Za+e$

(مدل ۳) $h^2_S=\sigma^2_{AS}/\sigma^2_P$ ،$h^2_D=\sigma^2_{AD}/\sigma^2_P$ و $h^2_{SD}=2(\sigma^2_S+\sigma^2_D)/\sigma^2_P$

در مدل ۱ y_{ijk} متغیر مورد مطالعه برای فرد k ام در خانواده تنی‌ها از مادر j ام و پدر i ام (y نشان‌دهنده بردار مشاهدات برای صفت مورد استفاده)، μ میانگین کل اطلاعات، s_i اثرات تصادفی از پدر i ام، d_j اثرات تصادفی از مادر j ام در پدر i ام، $(s\times d)_{ij}$ اثر متقابل تصادفی از بین پدر i ام و مادر j ام و e_{ijk} اثرات باقی‌مانده تصادفی است. در مدل ۲ b بردار اثرات ثابت، a بردار اثرات تصادفی حیوانات و e بردار اثرات تصادفی باقیمانده، X و Z به‌ترتیب ماتریس ارتباط‌دهنده مشاهدات به اثرات ثابت (b) و اثرات تصادفی (a) است. در مدل۳ نیز h^2_S و h^2_D به‌ترتیب وراثت‌پذیری پدری و مادری، h^2_{SD} اثر متقابل پدری و مادری، σ^2_S و σ^2_D به‌ترتیب واریانس پدری و واریانس مادری، σ^2_{AS} واریانس ژنتیکی افزایشی پدری، σ^2_{AD} واریانس ژنتیکی افزایشی مادری و σ^2_P واریانس فنوتیپی می‌باشد (Becker, 1984). همبستگی، آمار توصیفی و وجود یا عدم وجود همبستگی صفات بین وزن و قطر تخم از آزمون ضریب همبستگی پیرسون با نرم‌افزار SPSS-20 تحت ویندوز استفاده شد.

نتایج

بررسی زیست‌سنجی مولدین نشان داد که متوسط وزن مولدین ماده و نر به‌ترتیب ۷/۵±۲۴/۷ و ۱/۵±۱۳/۳ کیلوگرم، متوسط طول کل، طول فورک و دور سینه در ماده ها به‌ترتیب ۱۷/۵±۱۷۹/۳،

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

۱۶۰/۷±۱۵ و ۳۱/۷±۱/۷ سانتی‌متر، متوسط طول کل، طول فورک و دور سینه در نرها به‌ترتیب ۱۴۵±۴/۵، ۱۳۲/±۵/۱ و۱/۳± ۲۳/۵ سانتی‌متر و همچنین متوسط سن ماده و نرها به‌ترتیب ۱/۵±۱۷ و ۰/۵±۱۴ سال بود.

در جدول ۱ نتایج آمار توصیفی وزن و قطر تخم در مراحل بلاستولا، گاسترولا و نورولا (شکل ۲) و جدول ۲ برآورد واریانس‌های ژنتیکی و وراثت پذیری صفات مورد مطالعه در تخم تاسماهی ایرانی آورده شده است. بر همین اساس مطابق جدول ۳ ارزش ژنتیکی نر ۳ با وزن ۱۲ کیلوگرم و طول کل ۱۵۰ سانتی‌متر و ماده ۳ با وزن ۳۰ کیلوگرم و طول کل ۱۸۰ سانتی‌متر به‌ترتیب ۰/۲۸۷۲ و ۰/۷۸۷۴ و تیمار ۹ حاصل از تلاقی این دو مولد (F3M3) دارای ارزش ژنتیکی و وراثت‌پذیری بالاتری نسبت به سایر تیمارها بوده است. همبستگی بین دو متغیر در سطح اطمینان ۹۹ درصد دارای اختلاف معنی‌دار بوده ($P<0/01$) به‌طوری‌که همبستگی بین وزن با قطر تخم تاسماهی ایرانی در مرحله بلاستولا ۰/۱۰۶، گاسترولاسیون ۰/۴۴ و نورولا ۰/۴۳ بود (شکل ۳) و همبستگی بین این دو متغیر در مراحل جنینی یک رابطه مثبت وجود دارد.

جدول ۱- آمار توصیفی از صفات مورد بررسی در تخم (جنین) حاصل از آمیزش مولدین تاسماهی ایرانی (*A. persicus*) (n=۲۷۰) (انحراف معیار±).

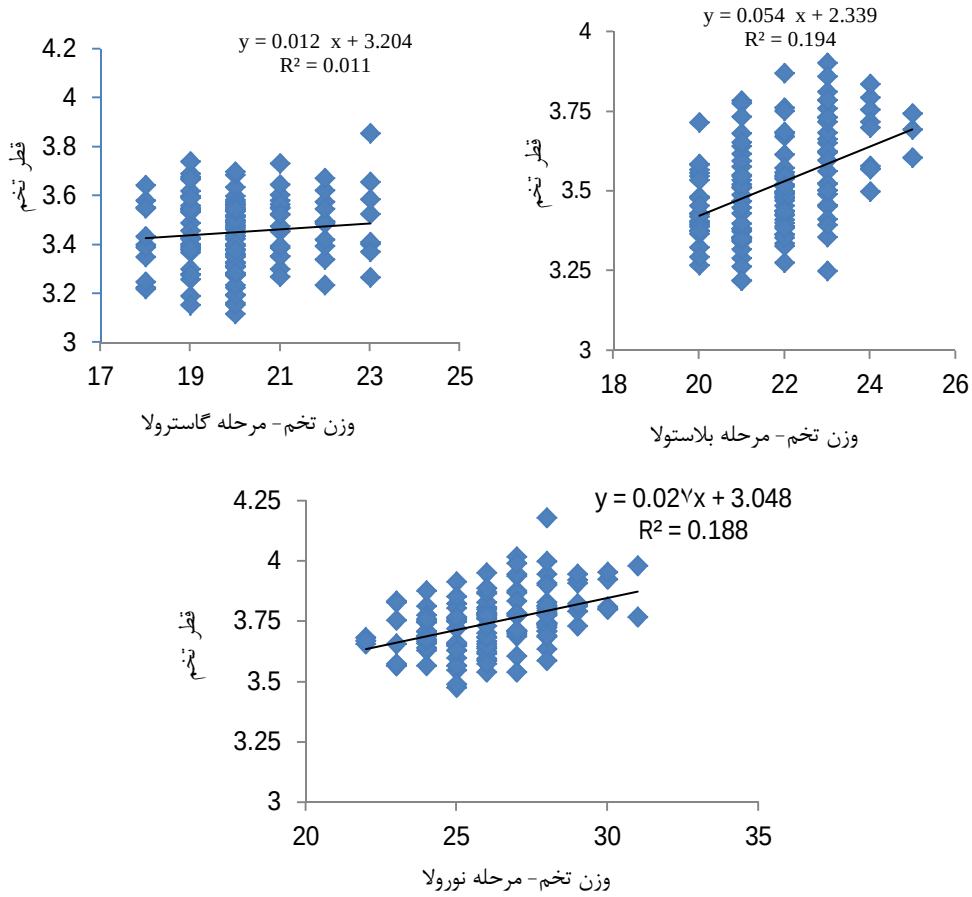
مراحل جنینی	وزن تخم (mg)			قطر تخم (mm)		
	حداقل	حداکثر	متوسط	حداقل	حداکثر	متوسط
بلاستولا	۱۸	۲۳	۲۰/۰۷±۱/۲۴	۳/۱۱	۳/۸۵	۳/۴۵±۰/۱۴
گاسترولا	۲۰	۲۵	۲۱/۷۹±۱/۲۵	۳/۲۱	۳/۹	۳/۵۲±۰/۱۵
نورولا	۲۲	۳۱	۲۶/۲۳±۱/۹۴	۳/۴۷	۴/۱۸	۳/۷۴±۰/۱۱

جدول۲- ارزش تخمینی از واریانس ژنتیکی افزایشی(σ^2_A)، واریانس فنوتیپی (σ^2p) و وراثت‌پذیری(h^2) برای صفات وزن و قطرتخم تاسماهی ایرانی (*A. persicus*) وحشی (n=۲۷۰)(انحراف معیار±)

پارامتر		واریانس‌ژنتیکی افزایشی پدری	واریانس ژنتیکی افزایشی مادری	واریانس فنوتیپی	وراثت پذیری پدری	وراثت پذیری مادری	وراثت پذیری اثر متقابل
وزن تخم	بلاستولا	۰/۲۷۶	۰/۴	۱/۲۶۶	۰/۲۱۸±۰/۴۲۲	۰/۳۱۵±۰/۵۱۱	۰/۲۶۷±۰/۴۶۸
	گاسترولا	۰/۰۶۱	۰/۷۳۲	۱/۲۱۸	۰/۰۳۳±۰/۰۶۲	۰/۶۰۱±۰/۵۳۴	۰/۹±۰/۸۲
	نورولا	۱/۲	۲/۶۱۶	۳/۱۷۶	۰/۳۷۷±۰/۴۵	۰/۸۲۳±۰/۵۵۱	۰/۶±۰/۴۹۶
قطر تخم	بلاستولا	۰/۰۰۹	۰/۰۱۷	۰/۰۲۳	۰/۳۷۵±۰/۱۴۵	۰/۷۳۲±۰/۲۵۵	۰/۵۵۳±۰/۲۰۱
	گاسترولا	۰	۰/۰۰۵	۰/۰۱۶	۰	۰/۳۳±۰/۵۸۹	۰/۱۶۵±۰/۴
	نورولا	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۱۲	۰/۲۷۲±۰/۵۶۴	۰/۳۷۷±۰/۶۹۱	۰/۳۲۵±۰/۶۲۴

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

شکل ۲- وراثت‌پذیری تخم تاسماهی ایرانی (*A. persicus*) در مراحل مختلف رشد و نمو جنینی



شکل ۳- روند همبستگی صفات وزن و قطر تخم در مراحل بلاستولا، گاسترولا و نورولا از مراحل رشد و نمو جنینی تاسماهی ایرانی (*A. persicus*)

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

جدول ۳- ارزش ژنتیکی مولدین تاسماهی ایرانی (*A. persicus*)

پارامتر		ماده ۱	ماده ۲	ماده ۳	نر ۱	نر ۲	نر ۳
ارزش ژنتیکی	وزن	-۰/۴۱۳	-۰/۳۷۳	۰/۷۸۷	-۰/۱۳۹	-۰/۱۴۸	۰/۲۸۷
	قطر	-۰/۰۶۴	-۰/۰۳۳	۰/۰۹۸	۰	۰	۰

بحث و نتیجه‌گیری

برآورد صفات کیفی تخم به دلیل مشکلاتی در اندازه‌گیری تخم برای گونه‌های ماهی که تخمک‌های خیلی زیادی تولید می‌کنند، بسیار متغیر است و کیفیت تخم از نظر باروری و رشد جنین، به زمان تخمک‌گذاری و دمای آب توسط مولدین ماده تعیین می شود ولی باروری نرها عامل عمدتا ناشناخته است. وراثت‌پذیری صفات روی اندازه تخم و حجم تخم در ماهی و میگو توسط محققین برآورد شده است (Gall and Gross, 1978; Gall and Huang, 1988; Su *et al.*, 1997; Macbeth *et al.*, 2007; Tan *et al.*, 2017;). تخم‌های بزرگ تولید لاروهای بزرگتر با کیسه زرده بزرگتر می‌نمایند و این ممکن است اثرات مثبتی بر توسعه آینده صنعت آبزی‌پروری داشته باشد (Bascinar and Okumus, 2004).

تنوع ژنتیکی افزایشی عامل متغیر گردیدن وراثت‌پذیری یک صفت شده و بر همین اساس مطابق جدول ۲ وراثت‌پذیری پدری در تخم تاسماهی ایرانی این تحقیق، در مرحله بلاستولا با متوسط وزن ۲۰/۰۷±۱/۲۴ میلی‌گرم و متوسط قطر ۳/۴۵±۰/۱۴ میلی‌متر به‌ترتیب دارای ۰/۲۱۸±۰/۴۲۲ و ۰/۳۷۵±۰/۱۴۵، در مرحله گاسترولا با متوسط وزن ۲۱/۷۹±۱/۲۵ میلی‌گرم و متوسط قطر ۳/۵۲±۰/۱۵ میلی‌متر به‌ترتیب دارای وراثت‌پذیری ۰/۰۳۳±۰/۰۶۲ و ۰، در مرحله نورولا با متوسط وزن ۲۶/۲۳±۱/۹۴ میلی‌گرم و متوسط قطر ۳/۷۴±۰/۱۱ میلی‌متر به‌ترتیب دارای وراثت‌پذیری ۰/۳۷۷±۰/۴۵و ۰/۲۷۲±۰/۵۶۴ و وراثت‌پذیری مادری و نیز اثر متقابل بین آنها مطابق جدول ۲ برآورد گردید. در این ارتباط گال (Gall, 1975) گزارش نمود که میزان وراثت‌پذیری پدری در اندازه تخم، تعداد تخم و حجم تخم قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌ترتیب ۰/۰۵±۰/۲۰، ۰/۰۶±۰/۱۹ و ۰/۰۵± ۰/۲۰ بوده و نشان داد که اندازه تخم با تعداد تخم (۰/۰۹±۰/۱۳) و با نرخ رشد (۰/۴۷±۰/۱۳) همبستگی مثبت وجود داشته ولی با حجم تخم (۰/۵۵±۰/۱۲-) همبستگی منفی وجود دارد.

در یک تحقیق مقدار مولفه‌های واریانس وراثت‌پذیری در قزل‌آلای رنگین‌کمان برای حجم تخم (۰/۳)، تعداد تخم (۰/۳۲) و اندازه تخم (۰/۲۸) برآورد و گزارش شده است (Gall and Huang, 1988). همچنین طبق گزارش دیگر، وراثت‌پذیری برآورد شده وزن تخم و تعداد تخم سبز قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌ترتیب ۰/۳۹ و ۰/۴۲ بوده درحالی‌که وراثت‌پذیری وزن متوسط تخم (اندازه تخم) و تعداد تخم‌های

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

چشم‌زده به‌ترتیب ۰/۳۲ و ۰/۳۳ بود که این نسبت به تخم‌های سبز کمتر بود. همبستگی ژنتیکی تعداد تخم‌های سبز با وزن تخم (۰/۷۹) یک ارتباط مثبت و قوی وجود دارد (Gall and Neira, 2004). سو و همکاران (Su *et al.*, 1997) وراثت‌پذیری برای اندازه تخم و حجم تخم در قزل‌آلای رنگین‌کمان را به‌ترتیب ۰/۶ و ۰/۵۲ برآورد کردند.

همچنین سو و همکاران (Su *et al.*,1997 and 2002) همبستگی ژنتیکی اندازه تخم با حجم تخم را ۰/۲۵ و همبستگی‌های ژنتیکی قابل توجهی برای وزن بدن با اندازه تخم، تعداد تخم با حجم تخم (۰/۲۹-۰/۶۷) و اندازه تخم با تفریخ لارو (۰/۳۵) در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در سطح معنی‌داری گزارش نمودند و اعلام داشتند که همبستگی ژنتیکی بین برآورد وزن بدن با اندازه تخم، تعداد تخم با حجم تخم، اندازه تخم با حجم تخم و نیز اندازه تخم با تفریخ لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان مثبت بود. کینیسون و همکاران (Kinnison *et al.*, 2001) نیز اندازه تخم و تعداد تخم آزادماهی چینکو (*Oncorhynchus tshawytscha*) در دو منطقه نیوزلند را مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که وراثت‌پذیری اندازه تخم این ماهی در مناطق Hakataramea، Glenariffe و ترکیب این دو منطقه را به‌ترتیب ۰/۳۸±۰/۵۰، ۰/۴۵±۰/۷۸و ۰/۲۹±۰/۶۵ و وراثت‌پذیری تعداد تخم ماهی در این مناطق به‌ترتیب ۰/۰±۰/۰۰، ۰/۴۶±۰/۷۶ و ۰/۲۸±۰/۲۰ بوده اما در همبستگی ژنتیکی بین اندازه و تعداد تخم (۰/۷۵-) یک رابطه منفی ولی قوی وجود داشت.

ماکبث و همکاران (Macbeth *et al.*, 2007) با بررسی همبستگی ژنتیکی بین وزن بدن پست لارو ۳۰روزه با تعداد تخم میگوی ببری بزرگ (*Penaeus monodon*) ۰/۳۳±۰/۲۲ گزارش نمودند. آرکاس و همکاران (Arcos *et al.*, 2004) با بررسی تخم میگوی پاسفید (*Penaeus vannamei*) گزارش کردند که وراثت‌پذیری تعداد تخم و قطر تخم به‌ترتیب ۰/۲۴±۰/۱۷ و ۰/۲۳±۰/۰۷ بود و همبستگی ژنتیکی بین آنها ۰/۱۶ بوده است درحالی‌که تان و همکاران (Tan *et al.*, 2017) وراثت‌پذیری تعداد تخم و قطر تخم در این میگو را به‌ترتیب ۰/۰۸±۰/۱۲ و ۰/۰۴±۰/۰۱ و همبستگی ژنتیکی بین آنها را ۱/۱۴±۰/۷۷- گزارش نمودند.

نتایج تحقیق حاضر همانند نتایج تحقیقات سایرمحققین بوده به‌طوری‌که با برآورد وراثت‌پذیری تخم تاسماهی ایرانی (جدول ۲)، نسبت وراثت‌پذیری تخم مرحله نورولا نسبت به بلاستولا بیشتر بوده و بین وزن تخم با قطر آن یک همبستگی مثبت (۰/۴۴- ۰/۱۰۶) وجود داشته است. وراثت‌پذیری متوسط صفات وزن و قطر تخم نشان می‌دهد که انتخاب برای این صفات می‌تواند منشاء رشد ژنتیکی مثبت باشد، به‌طوری‌که مطابق جدول ۳ مولد تیمار ۹ حاصل از تلاقی مولد ماده ۳ با مولد نر ۳ دارای بیشترین ارزش ژنتیکی نسبت به سایر مولدین بوده است.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

وراثت پذیری برآورد شده برای صفات مورد مطالعه این تحقیق همانند سایر محققین دارای برآوردهای مختلف و در محدوده ۰-۰/۹ و همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده تخم مثبت بوده است. به نظر می‌رسد که تغییرات مهم یا تفاوت میان نتایج حاصل از مطالعات مختلف با توجه به طول مراحل اولیه توسعه تخم، بقا و اهمیت اندازه تخم، نه تنها در تاسماهی ایرانی بلکه برای دیگر گونه‌های ماهی وجود دارد. متغیر بودن وراثت‌پذیری نشان‌دهنده آن است که تنوع ژنتیکی افزایشی در بین صفات مورد مطالعه وجود دارد به‌طوری‌که انتظار می‌رود که پاسخ‌های وابسته در این صفات به انتخاب مستقیم برای وزن بدن مطلوب باشد (Su *et al.*, 1997). بر همین اساس وراثت به‌دست آمده نشان می‌دهد که تنوع در صفات مورد مطالعه را می‌توان به تفاوت در میان ژنوتیپ نسبت داد. بنابراین وراثت‌پذیری و متغیرهایی مانند بقا و رشد می‌توانند در بهبود آبزی‌پروری تجاری از طریق دستکاری محیطی و ژنتیکی اهمیت داشته باشد. ولی بطور معمول صفات تولید مثلی به دلیل باروری بالای تاسماهی ایرانی متاسفانه بعنوان اجزای مهم برنامه‌های اصلاح نژاد برای این گونه در نظر گرفته نمی‌شود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از جناب آقای دکتر سهراب رضوانی، ریاست محترم مرکز بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی جناب آقای مهندس درویشی، مسئول محترم بخش تکثیر آن مرکز جناب آقای مهندس محمدی پرشکوه و از کلیه همکاران محترم موسسه تحقیقات بین‌المللی تاس‌ماهیان دریای خزر به‌ویژه جناب آقای دکتر رضوان‌اله کاظمی به‌دلیل همکاری‌های صمیمانه‌شان سپاسگزاری تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Arcos F.G., Racotta I.S., Ibarra M. 2004. Genetic parameter estimates for reproductive traits and egg composition in Pacific white shrimp Penaeus (*Litopenaeus sp.*) vannamei. Aquaculture, 236: 151–165.

Bascinar N., Okumus I. 2004. The Early Development of Brook Trout Salvelinus fontinalis (Mitchill): Survival and Growth Rates of Alevins. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 28: 297-301.

Bates D., Maechler M., Bolker B. 2011. lme4: Linear mixed-effects models using S4 classes. R package version 0.999375-39.

Becker W.A. 1984. Manual of Quantitative Genetics. Academic Enterprises, Pullman. 190 P.

Billard R., Lecointre G. 2001. Biology and conservation of sturgeon and paddlefish. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 10: 355-392.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

Cameron N.D. 1997. Selection Indices and Prediction of Genetic Merit in Animal Breeding. CAB International. 208 P.

Core T. 2011. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, http://www.R-project.org.

Dapra F., Gai F., Palmegiano G.B., Sicuro B., Falzone M., Cabiale K., Galloni M. 2009. Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*, Brandt JF 1869) gut: anatomic description. International aquatic Research, 1: 45-60.

Gall G.A.E .1975. Genetics of Reproduction in Domesticated Rainbow Trout. Journal of Animal Science, 40: 19-28.

Gall G.A.E., Gross S.J. 1978. A genetics analysis of the performance of three rainbow trout broodstocks. Aquaculture, 15: 113–127.

Gall G.A.E., Huang N. 1988. Heritability and selection schemes for rainbow trout: female reproductive performance. Aquaculture, 73: 57–66.

Gall G.A.E., Neira R. 2004. Genetic analysis of female reproduction traits of farmed coho salmon (*Oncorhyncus kisutch*). Aquaculture, 234: 143–154.

Hallajian A. 1998. An Investigation on the micropyle number in the ova of the sturgeon species in Caspian Sea sturgeon. M.Sc. dissertation, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran. (In Persian).

Huang N., Gall G.A.E. 1990. Correlation of body weight and reproductive characteristics in rainbow trout. Aquaculture, 86: 191–200.

Khodorevskaya R.P., Zhuravleva O.L., Vlasenko A.D. 1997. Present status of commercial stocks of sturgeons in the Caspian Sea basin. Environmental Biology of Fishes, 48: 209-219.

Kinnison M.T., Unwin M.J., Hendry A.P., Quinni T.P. 2001. Migratory costa and the evolution of egg size and number in introduced and indigenous salmon. Evolution, 55(8): 1656–1667.

Kohne Shahri M., Azeri Takami, Gh. 1974. Reproduction and Breeding of Sturgeon. Tehran University Press. 298 P. (In Persian).

Mohammadi H., Khara, H., Kazemi R. 2015. Effect of different doses of synthetic hormone LHRH-A2 on serum sex hormones, ovulation percent and egg hatching rates of Persian sturgeon, *Acipenser persicus*, Croatian Journal of Fisheries, 73: 58-62.

Macbeth M., Kenway M., Salmon M., Benzie J., Knibb W., Wilson K. 2007. Heritability of reproductive traits and genetic correlations with growth in the black tiger prawn Penaeus monodon reared in tanks. Aquaculture, 270: 51–56.

Sorensen D.A., Kennedy B.W. 1986. Analysis of selection experiments using mixed model methodology. Journal of Animal Science, 63: 245-258.

Su G.S., Liljedahl L.E., Gall G.A.E. 1997. Genetic and environmental variation of female reproductive traits in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 154: 115–124.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

Su G.S., Liljedahl L.E., Gall G.A.E. 2002. Genetic correlations between body weight at different ages and with reproductive traits in rainbow trout. Aquaculture, 213: 85–94.

Tan J., Kong J., Cao B., Luo K., Liu N., Meng X., Xu S., Guo Z., Chen G., Luan S. 2017. Genetic Parameter Estimation of Reproductive Traits of *Litopenaeus vannamei*. Journal of Ocean University of China (Oceanic and Coastal Sea Research), 16: 161-167.

Yousefian M., Hosseinzadeh-Sahafi H., Golshahi H., Laloei F., Tagavi M., Taheri A., Seidanloo Y. 2012. Genetic parameters estimation of growth in *Salmo trutta caspius* as a function of body weight and Length. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 11(1): 214-222.

Yousefian M., Sharifrohani M., Hosseinzadeh- Sahafi H., Laloei F., Makhdoomi C. 2011. Heritability estimation for growth-related traits in juvenile wild common carp (*Cyprinus carpio* L.) in the south of Caspian Sea. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 10(4): 740-748.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]