

"مقاله پژوهشی"

مقایسه شاخص‌های رشد و رسیدگی جنسی فیل ماهی (*Huso huso*) و تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*)

عبدالجبار ایرانی^{۱*}، ناصر آق^۱

۱- پژوهشکده آرتمیا و آبی‌پروری، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۲۲

چکیده

در این مطالعه، نرخ رشد، شاخص رسیدگی جنسی و برخی ویژگی‌های بافتی اندام‌های جنسی فیل ماهی (*Huso huso*) و تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) به مدت ۱۲ ماه مورد بررسی قرار گرفت. تعداد ۶۰ عدد فیل ماهی و تاس ماهی ایرانی ۱۵ ماهه و با میانگین وزن اولیه به ترتیب ۷۸۱/۰ گرم و ۴۶۹/۵ گرم بین حوضچه‌های بنتی (۱×۵ متر) با حجم آبگیری ۲/۵ مترمکعب در قالب دو تیمار و سه تکرار برای هر تیمار توزیع شد. در پایان سن ۲۷ ماهگی، وزن کل فیل ماهی (۳۵۱۸/۱۱ گرم) به طور معنی‌داری بیشتر از تاس ماهی ایرانی (۱۵۶۱/۲۳ گرم) بود و مقادیر افزایش وزن، به ترتیب ۲۷۳۷/۱۱ گرم و ۱۰۹۱/۷۳ گرم بود که اختلاف معنی‌داری نشان دادند. مقادیر رشد ویژه فقط در شش ماه نخست در دو گونه اختلاف معنی‌دار نشان دادند. به طوری که، طی سه ماه اول و دوم دوره پرورش، مقادیر آن در فیل ماهی (به ترتیب ۰/۶۴ و ۰/۴۹ درصد در روز) بیشتر از تاس ماهی (به ترتیب ۰/۵۰ و ۰/۳۳ درصد در روز) بود. طی دوره مطالعه، مقادیر ضریب تبدیل غذایی در فیل ماهی (۱/۴۳) به طور معنی‌داری کمتر از تاس ماهی ایرانی (۱/۶۹) بود. مقادیر شاخص رسیدگی جنسی (GSI) تاس ماهی ایرانی به طور معنی‌داری بیشتر از فیل ماهی بود، به گونه‌ای که در پایان سن ۲۷ ماهگی، مقدار شاخص رسیدگی جنسی در تاس ماهی ۱/۳۹ درصد و در فیل ماهی ۰/۳۸ درصد بود. همچنین در این زمان، تعداد اووسیت‌های اولیه در ماده‌ها افزایش قابل توجهی داشت و در جنس نر فیل ماهی، کیسه‌های منی در حال شکل‌گیری بودند، اما در جنس نر تاس ماهی ایرانی این کیسه‌ها کاملاً توسعه یافته بودند. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که فیل ماهی از شاخص‌های رشد بهتری برخوردار بود، اما اندام‌های جنسی تاس ماهی نسبت به فیل ماهی رشدونمو بیشتری داشت.

کلمات کلیدی: رشد ویژه، تکامل اندام‌های جنسی، *Huso huso*، *Acipenser persicus*

مقدمه

سرعت رشد، امکان تکثیر پایدار در شرایط مصنوعی، بازارپسندی و سودآوری مهم‌ترین شاخص‌هایی هستند که برای معرفی یک گونه به صنعت آبرزی پروری مدنظر قرار می‌گیرند. به‌نظر می‌رسد که ماهیان خاویاری از جمله تاس‌ماهی ایرانی (ایرانی و آق، ۱۳۹۷) و به‌ویژه فیل‌ماهی (فلاح‌تکار و همکاران، ۱۳۹۹؛ ایرانی و آق، ۱۳۹۸؛ Mohseni, et al., 2006) تمام این خصوصیات را در حد مطلوب داشته باشند. در کشور ما از میان گونه‌های ماهیان خاویاری، فیل‌ماهی و تاس‌ماهی ایرانی از اهمیت به‌سزایی برخوردار هستند، زیرا فیل‌ماهی به‌عنوان بزرگ‌جثه‌ترین ماهی ایران، خاویار بسیار با کیفیتی تولید می‌کند و تاس‌ماهی علاوه بر داشتن خاویار ارزشمند، فراوان‌ترین گونه خاویاری سواحل ایرانی دریای خزر به‌شمار می‌آید (ایرانی و آق، ۱۳۹۷). بنابراین لزوم انجام مطالعات گسترده در زمینه تکثیر و پرورش آن‌ها احساس می‌شود.

پرورش ماهیان خاویاری در ایران برای نخستین بار در سال ۱۳۶۹ با موفقیت در آب شیرین انجام شد (پورعلی فشتمی و همکاران، ۱۳۸۵). بررسی روند رشد و تکامل سیستم تولیدمثلی فیل‌ماهی پرورشی در سن ۴ تا ۵ سالگی از طریق مطالعات بافت‌شناسی نشان داده است که مراحل رشدونمو اندام‌های جنسی و رسیدگی جنسی در ماهیان نر و ماده یکسان نیست. به‌طوری که رسیدگی جنسی و گذر از مرحله II در جنس نر سریع‌تر از ماده رخ می‌دهد. ماهیان نر دارای رشد سوماتیک بالاتری بودند که این مساله ارتباط ویژگی‌های سوماتیک و غدد جنسی را نمایان می‌سازد (هدایتی و همکاران، ۱۳۸۶). در مطالعه دیگر، بررسی گنادهای

فیل‌ماهی‌های یک‌ساله و دوساله نشان داده است که ماهیان ماده یکساله دارای اووسیت اولیه و اووگونی بودند و در مرحله I رسیدگی جنسی قرار داشتند. ماهیان ماده دوساله دارای اووگونی، اووسیت اولیه و اووسیت ثانویه بودند و در مرحله I به II رسیدگی جنسی قرار داشتند. ماهیان نر یکساله و دوساله دارای اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت اولیه بودند و در مرحله I رسیدگی جنسی قرار داشتند و تفاوت بارزی بین ساختار گناد و سلول‌های جنسی ماهی‌های نر یکساله و دوساله مشاهده نشده است (امامی لنگرودی و همکاران، ۱۳۹۵).

آگاهی از روند رشدونمو اندام‌های جنسی هر نوع آبرزی پرورشی از جمله ماهیان خاویاری برای مدیریت فعالیت‌های تکثیر و پرورش ضروری است. هرچند رشدونمو اندام‌های جنسی گونه‌های متعدد ماهیان خاویاری از جمله تاس‌ماهی اقیانوس اطلس، *A. oxyrinchus* (Huff, 1975)، تاس‌ماهی بستر، هیبرید *A. ruthenus* و *H. huso* (Amiri et al., 1996a,b)، تاس‌ماهی سفید، *A. transmontanus* (Doroshov et al., 1997)، فیل‌ماهی، (Falahatkar et al., 2013) و تاس‌ماهی دریاچه‌ای، *A. fulvescens* (McGuire et al., 2019) موردبررسی قرار گرفته است، اما بررسی مقایسه‌ای رشد بدن و اندام‌های جنسی فیل‌ماهی و تاس‌ماهی ایرانی در سنین مختلف به طور دقیق انجام نشده است. بنابراین در مطالعه حاضر، رشد و شاخص‌های جنسی دو گونه فوق‌الذکر طی دوره ۱۵ تا ۲۷ ماهگی به مدت یک‌سال موردبررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

ماهی و سیستم پرورش

بررسی رشد و تعدیل غذادهی، با فاصله یک ماه، تعداد ۱۰-۲۰ ماهی از هر حوضچه به صورت تصادفی انتخاب و توزین شدند و میزان غذادهی ماه بعد، بر اساس میانگین وزنی به دست آمده، محاسبه شد. مقادیر رشد ویژه (SGR) برای هر سه ماه با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد (Gisbert and Williot, 1997).

$$\text{رابطه ۱- } \text{SGR} = (\ln W_f - \ln W_i) \times 100 / t$$

در رابطه بالا، SGR: رشد ویژه، W_f : وزن نهایی، W_i : وزن اولیه و t : زمان است.

نمونه‌گیری

برای مطالعات بافت‌شناسی اندام‌های جنسی، در ابتدای دوره آزمایش (سن ۱۵ ماهگی)، شش ماه بعد (سن ۲۱ ماهگی) و در آخر دوره آزمایش (سن ۲۷ ماهگی) تعداد ۱۰ قطعه فیل ماهی و ۱۰ قطعه تاس ماهی به طور تصادفی نمونه‌گیری و توسط پودر گل میخک با دز ۲۰۰ میلی گرم در لیتر بی‌هوش شدند (آق و ایرانی، ۱۳۹۸). پس از اندازه‌گیری وزن ماهیان، اندام‌های جنسی آن‌ها خارج و توزین شدند. برای محاسبه شاخص رسیدگی جنسی، رابطه ۲ مورد استفاده قرار گرفت (بیسواس، ۱۳۷۹).

$$\text{رابطه ۲- } \text{GSI} = (W_g / W_b) \times 100$$

در رابطه بالا، GSI: شاخص رسیدگی جنسی، W_g : وزن اندام جنسی و W_b : وزن کل بدن ماهی است.

بافت‌شناسی اندام‌های جنسی

اندام‌های جنسی پس از خارج شدن از ماهی، در داخل فرمالین بافر فسفات ۱۰٪ گذاشته و به آزمایشگاه بافت‌شناسی منتقل شدند. از هر نمونه، تکه‌ای به اندازه 1×1 سانتی‌متر تهیه و در داخل فلاسک‌های استیل

این مطالعه با استفاده از فیل ماهی و تاس ماهی ایرانی ۱۵ ماهه با میانگین وزن به ترتیب ۷۸۱ گرم و ۴۶۹/۵ گرم به مدت یک سال در پژوهشکده آرتمیا و آبنری پروری دانشگاه ارومیه به اجرا درآمد. تعداد ۶۰ عدد فیل ماهی و ۶۰ عدد تاس ماهی در قالب دو تیمار و سه تکرار برای هر تیمار، داخل حوضچه‌های بتونی مستطیل شکل ($1 \times 1 \times 5$ متر) با حجم آبگیری ۲/۵ مترمکعب قرار داده شدند. در هر یک از این حوضچه‌ها دبی آب ۳۰ لیتر در دقیقه همراه با سیستم هوادهی برای تامین اکسیژن مورد نیاز برقرار شد. درجه حرارت با دستگاه Crison MM 40 اندازه‌گیری شد و مقادیر آن، طی دوره مطالعه در دامنه ۲۰/۷-۱۹/۶ درجه سانتی گراد بود. حدود چهار ماه پس از پرورش این ماهیان در حوضچه‌های فوق‌الذکر، تمامی ماهیان به چهار مخزن گرد بتونی (دو مخزن برای هر گونه) واقع در فضای باز با حجم آبگیری ۱۵ مترمکعب، دبی آب ۵۰ لیتر در دقیقه و دمای آب ۱۸/۴-۱۴/۱ درجه سانتی‌گراد منتقل و تا سن ۲۷ ماهگی در آن نگه‌داری شدند.

تغذیه

برای تغذیه ماهیان، از غذای مولدین قزل‌آلای رنگین‌کمان (BFT) ساخت شرکت فرادانه استفاده شد. نرخ غذادهی در شروع آزمایش برای فیل ماهی ۱٪ و برای تاس ماهی ۱/۵٪ در نظر گرفته شد و غذادهی سه بار در شبانه‌روز (ساعات ۸، ۱۲ و ۱۶) انجام شد (Chebanov and Galich, 2011). نرخ‌های غذادهی طی دوره پرورش با افزایش وزن و کاهش درجه حرارت کاهش داده شد، به طوری که حداقل مقدار آن برای فیل ماهی ۰/۷٪ و برای تاس ماهی ۱٪ وزن بدن در روز بود (Chebanov and Galich, 2011). برای

بررسی‌ها در سطح اطمینان ۹۵٪ توسط برنامه SPSS 22 انجام شد و داده‌ها به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار گزارش شدند.

نتایج

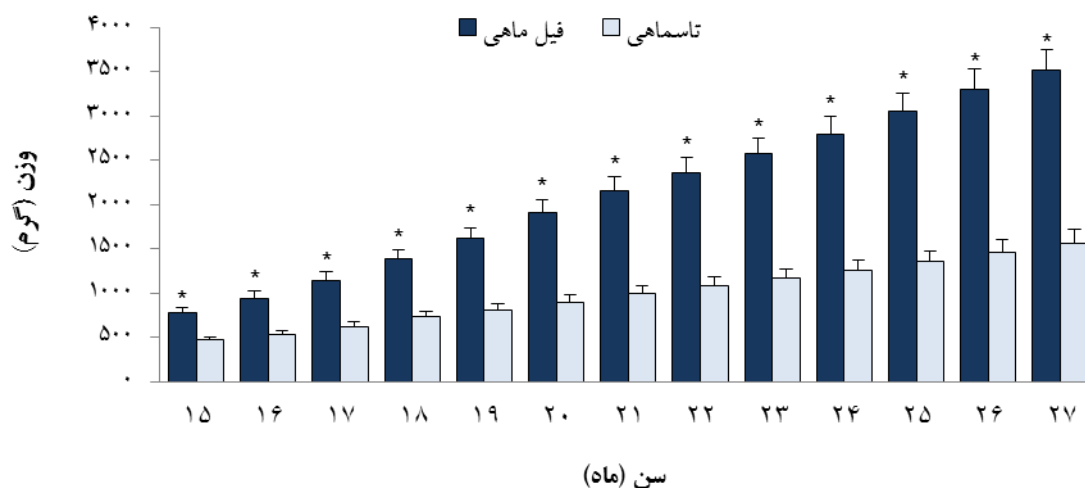
رشد

نتایج نشان داد که در پایان سن ۲۷ ماهگی، وزن کل فیل ماهی و تاس ماهی ایرانی به ترتیب ۳۵۱۸/۱۱ گرم و ۱۵۶۱/۲۳ گرم بود (شکل ۱) و مقادیر افزایش وزن در این گونه‌ها، به ترتیب ۲۷۳۷/۱۱ گرم و ۱۰۹۱/۷۳ گرم بود که نسبت به هم اختلاف معنی داری نشان دادند.

مخصوص پاساژ قرار داده شد و مراحل تهیه مقاطع بافتی شامل آبگیری، شفاف سازی، آغشتگی با پارافین، قالب گیری و برش زدن با دستگاه میکروتوم انجام شد. لام‌های آماده شده، به روش اتوزین-هماتوکسیلین رنگ آمیزی شدند و با میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار گرفتند (حلاجیان و همکاران، ۱۳۸۷).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

نوع توزیع داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک و همگنی واریانس‌ها با آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌های فیل ماهی و تاس ماهی ایرانی آزمون تی برای دو گروه مجزا، برای مقایسه مقادیر رشد طی دوره آزمایش، آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری‌های مکرر استفاده شد و در صورت وجود اختلاف معنی دار، برای تفکیک میانگین‌های زمان‌های مختلف، تست تعقیبی دانکن به کار رفت. تمامی



شکل ۱: تغییرات وزن کل فیل ماهی و تاس ماهی ایرانی طی دوره پرورش.

میلها نشان دهنده انحراف معیار و علامت * نشانه وجود اختلاف معنی دار بین فیل ماهی و تاس ماهی در سن مورد نظر است ($p < 0.05$).

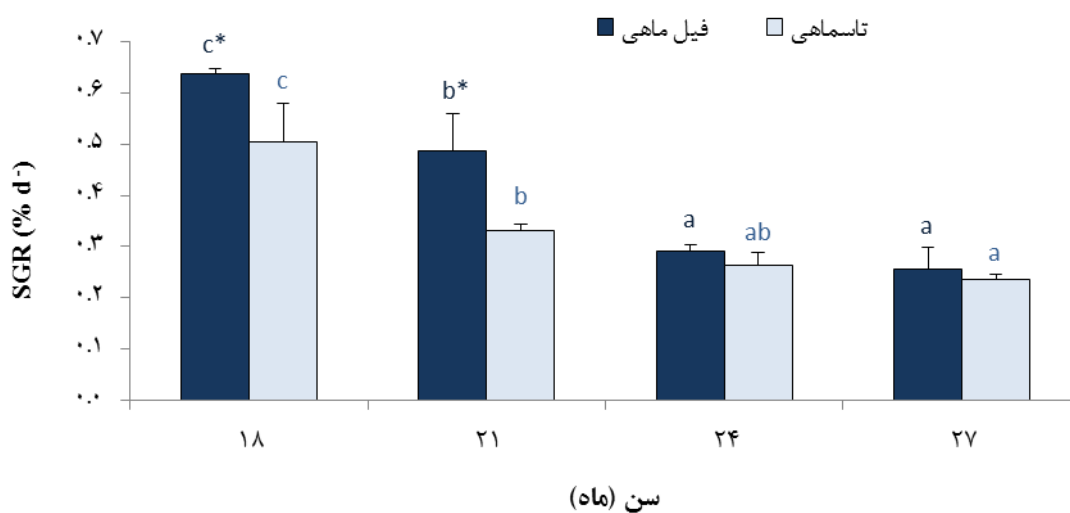
سن ۱۵ ماهگی) بین جنس‌های نر و ماده فیل ماهی از نظر طول کل (به ترتیب ۶۲/۸ و ۵۹/۸ سانتی متر) و وزن

بررسی طول و وزن جنس‌های نر و ماده فیل ماهی و تاس ماهی ایرانی نشان داد که در شروع آزمایش (در

نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر بر روی داده‌های مربوط به رشد ویژه نشان داد که تاثیر زمان یعنی مراحل مختلف زندگی ($p=0/000$)، تیمار یعنی گونه ماهی ($p=0/017$) و برهم‌کنش‌های زمان $\times$ تیمار ($p=0/013$) بر نرخ رشد ویژه معنی‌دار بود ($p<0/05$).

مقادیر رشد ویژه فیل ماهی و تاسماهی ایرانی در سن ۱۸ ماهگی به ترتیب $0/64 \pm 0/01$ و $0/50 \pm 0/08$ درصد در روز بود. این مقادیر در سن ۲۱ ماهگی به ترتیب به $0/49 \pm 0/07$ و $0/33 \pm 0/01$ درصد در روز کاهش یافت. مقادیر آن در سن ۲۴ ماهگی به ترتیب $0/29 \pm 0/02$ و $0/26 \pm 0/02$ درصد در روز و در سن ۲۷ ماهگی به ترتیب $0/29 \pm 0/04$ و $0/24 \pm 0/01$ درصد در روز بود (شکل ۲).

کل (به ترتیب ۸۹۳/۰ و ۷۸۹/۰ گرم) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در پایان دوره مطالعه (سن ۲۷ ماهگی) نیز بین جنس‌های نر و ماده این گونه، از نظر طول کل (به ترتیب ۸۷/۰ و ۸۵/۷ سانتی‌متر) و وزن کل (به ترتیب ۳۶۳۵/۶ و ۳۳۸۱/۰ گرم) اختلاف معنی‌داری وجود نداشتند. در شروع آزمایش (در سن ۱۵ ماهگی) بین جنس‌های نر و ماده تاسماهی از نظر طول کل (به ترتیب ۵۱/۶ و ۴۹/۶ سانتی‌متر) و وزن کل (به ترتیب ۴۷۳/۰ و ۴۶۲/۰ گرم) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در پایان دوره مطالعه (سن ۲۷ ماهگی) نیز بین جنس‌ها از نظر طول کل (به ترتیب ۸۷/۰ و ۸۵/۷ سانتی‌متر) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما وزن کل جنس نر (۳۶۳۵/۶ گرم) به‌طور معنی‌داری بیشتر از وزن کل جنس ماده (۳۳۸۱/۰ گرم) بود.



شکل ۲: نرخ رشد ویژه فیل ماهی و تاسماهی ایرانی برای هر سه ماه دوره پرورش.

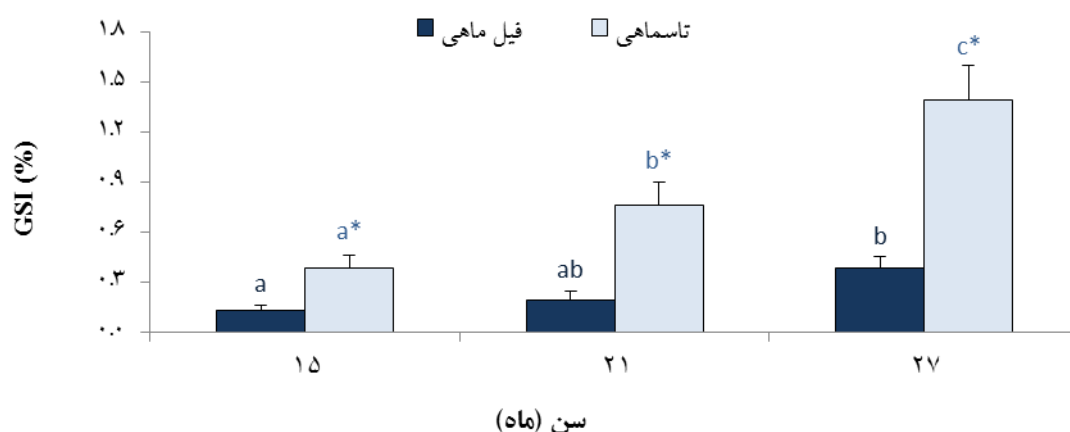
میلها نشان‌دهنده انحراف معیار، حروف متفاوت نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین زمان‌های مختلف در هر گونه و علامت * نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین فیل ماهی و تاسماهی در دوره زمانی موردنظر است ($p<0/05$).

طی دوره مطالعه، میانگین ضریب تبدیل غذایی در فیل ماهی (۱/۴۳) به طور معنی داری کمتر از تاس ماهی ایرانی (۱/۶۹) بود.

رشد و نمو اندام های جنسی

مقدار شاخص رسیدگی جنسی در ابتدای دوره مطالعه، در تاس ماهی ایرانی (۰/۳۸ درصد) به طور معنی داری بیشتر از فیل ماهی (۰/۱۳ درصد) بود. این اختلاف طی دوره پرورش یک ساله افزایش یافت،

به گونه ای که در پایان سن ۲۷ ماهگی، مقدار شاخص رسیدگی جنسی در تاس ماهی ۱/۳۹ درصد و در فیل ماهی ۰/۳۸ درصد بود. بررسی افزایش شاخص رسیدگی جنسی طی زمان نشان داد که در تاس ماهی بین هر سه زمان نمونه برداری اختلاف معنی داری وجود داشت، اما در فیل ماهی فقط بین ابتدا و انتهای دوره مطالعه، اختلاف معنی دار مشاهده شد (شکل ۳).



شکل ۳: مقادیر شاخص رسیدگی جنسی (GSI) در فیل ماهی و تاس ماهی ایرانی طی دوره پرورش.

میله ها نشان دهنده انحراف معیار، حروف متفاوت نشانه وجود اختلاف معنی دار بین زمان های مختلف در هر گونه و علامت * نشانه وجود اختلاف معنی دار بین فیل ماهی و تاس ماهی در زمان مورد نظر است ($p < 0.05$).

بود (شکل های ۴ و ۵). در سن ۱۵ ماهگی، در جنس ماده، اووسیت هایی که در ابتدای مراحل رشد و نمو قرار داشتند، قابل تشخیص بود، اما بیشتر سلول های جنسی در مرحله اوگونئی بودند (شکل ۴: A و D). با رشد ماهیان، تعداد اووسیت ها افزایش و اندازه آن ها بزرگ تر شد، به طوری که در سن ۲۷ ماهگی تعداد اووسیت ها به شدت زیاد شد و بیشتر آن ها در مرحله هستک های کناری بودند (شکل ۴: C و F). در فیل ماهیان در سن ۱۵ ماهه کیسه های منی تشکیل نشده بودند (شکل ۵: A)، اما در تاس ماهی ۱۵ ماهه، در حال شکل گیری بودند

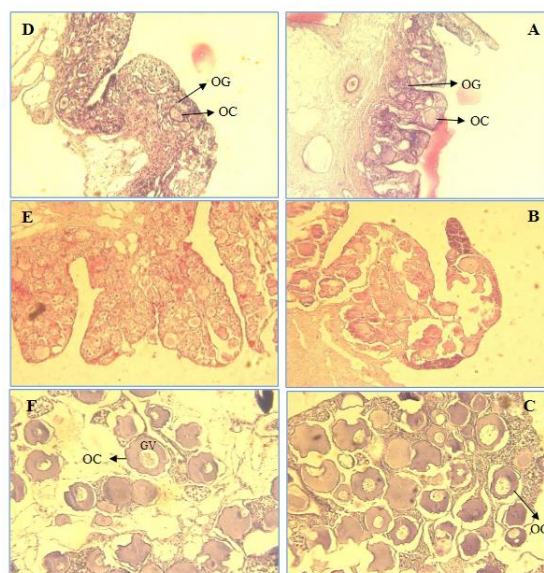
مقایسه شاخص رسیدگی جنسی در جنس های نر و ماده نشان داد که در سن ۱۵ و ۲۷ ماهگی فیل ماهی اختلاف معنی داری بین جنس های نر (به ترتیب ۰/۱۴ و ۰/۴۱ درصد) و ماده (به ترتیب ۰/۱۲ و ۰/۳۵ درصد) وجود نداشت. در تاس ماهی، در هر دو سن ۱۵ و ۲۷ ماهگی، شاخص رسیدگی جنسی نرها (به ترتیب ۰/۶۰ و ۲/۱۰ درصد) به طور معنی داری بیشتر از ماده ها (به ترتیب ۰/۱۶ و ۰/۹۲ درصد) بود.

در هر دو گونه فیل ماهی و تاس ماهی ایرانی، در سن پانزده ماهگی، تمایز جنسی به طور کامل انجام شده

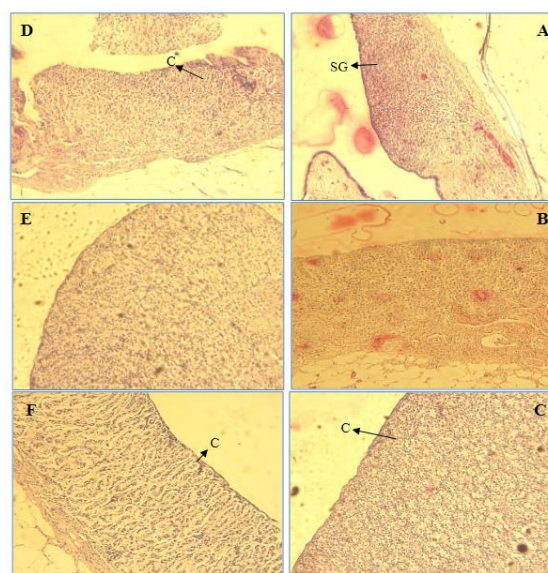
(شکل ۵: D). در سن ۲۷ ماهگی در فیل ماهی، کیسه‌های منی در حال تشکیل بودند (شکل ۵: C)، اما در تاس ماهی در این سن، کیسه‌های منی کاملاً توسعه یافته بودند (شکل ۵: F).

بحث

در این مطالعه، ویژگی‌های رشد بدنی و اندام‌های جنسی فیل ماهی و تاس ماهی ایرانی در سنین ۱۵ تا ۲۷ ماهگی به‌طور مقایسه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. طی دوره پرورش یک‌ساله، وزن کل فیل ماهی به‌طور معنی‌داری بیشتر از تاس ماهی بود. نتایج مشابه آن برای سنین پائین این دو گونه توسط پورکاظمی و همکاران (۱۳۸۵) گزارش شده است. به‌طوری‌که پرورش بچه‌ماهیان و ماهیان جوان فیل ماهی و تاس ماهی ایرانی به مدت ۱۸ ماه در مخازن فایبرگلاس نشان داده که وزن نهایی فیل ماهی (۹۷۵ گرم) بیشتر از تاس ماهی (۵۳۵ گرم) بوده است. در مطالعه حاضر، بررسی طول و وزن جنس‌های نر و ماده فیل ماهی و تاس ماهی ایرانی نشان داد که در آغاز (سن ۱۵ ماهگی) و پایان (۲۷ ماهگی) دوره مطالعه، بین جنس‌های نر و ماده فیل ماهی از نظر طول کل و وزن کل اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همانند فیل ماهی، در شروع آزمایش بین جنس‌های نر و ماده تاس ماهی از نظر طول کل و وزن کل اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما در پایان دوره مطالعه، وزن کل جنس نر به‌طور معنی‌داری بیشتر از جنس ماده بود. نتایج مشابه آن توسط هدایتی و همکاران (۱۳۸۶) در فیل ماهی پرورش در سن ۴ تا ۵ سالگی گزارش شده است. به‌طوری‌که در مطالعه آن‌ها، ماهیان نر ۵ ساله دارای رشد سوماتیک بالاتری نسبت به ماهیان ماده بوده‌اند. محققان فوق این مساله را به ارتباط بین ویژگی‌های سوماتیک و غدد جنسی نسبت داده‌اند (هدایتی و همکاران، ۱۳۸۶). بنابراین به نظر می‌رسد که در فیل ماهی و تاس ماهی ایرانی برخلاف ماهیانی مثل



شکل ۴: برش بافتی تخمدان فیل ماهی (سمت راست: A, B, C) و تاس ماهی ایرانی (سمت چپ: D, E, F) به ترتیب از بالا به پایین در سن ۱۵، ۲۱ و ۲۷ ماهگی. ضخامت برش: ۴-۶ میکرومتر و بزرگنمایی: 20x. OG: اووگونیا، OC: اووسیت، GV: هسته



شکل ۵: برش بافتی بیضه فیل ماهی (سمت راست: A, B, C) و تاس ماهی ایرانی (سمت چپ: D, E, F) به ترتیب از بالا به پائین در سن ۱۵، ۲۱ و ۲۷ ماهگی. ضخامت برش: ۴-۶ میکرومتر و بزرگنمایی: 20x. SG: اسپرماتوگونیا، C: کیسه منی (Cyst).

قزل‌آلای رنگین‌کمان، با نزدیک شدن به بلوغ جنسی، رشد بدنی در جنس نر نسبت به ماده بیشتر می‌شود. در مطالعه حاضر، مقادیر رشد ویژه در هر دو گونه با افزایش سن کاهش یافت، به گونه‌ای که مقادیر آن در فیل‌ماهی، طی شش ماه نخست دوره پرورش (سنین ۱۵-۲۱ ماهگی) به طور معنی‌داری بیشتر از شش ماه پایانی (سنین ۲۲-۲۷ ماهگی) بود و در تاس‌ماهی، مقادیر آن در شش ماه نخست (سنین ۲۱-۱۵ ماهگی) به طور معنی‌داری بیشتر از سه ماه پایانی (سنین ۲۵-۲۷ ماهگی) بود. طی سه ماه اول و سه ماه دوم دوره پرورش، مقادیر رشد ویژه فیل‌ماهی، به ترتیب ۰/۶۴ و ۰/۴۹ درصد در روز، به طور معنی‌داری بیشتر از مقادیر رشد ویژه تاس‌ماهی در سن مورد نظر (به ترتیب ۰/۵۰ و ۰/۳۳ درصد در روز) بود. تحقیقات مختلف نشان داده‌اند که نرخ رشد ویژه در سنین مختلف ماهیان خاویاری متفاوت است و با افزایش سن کاهش می‌یابد. به عنوان مثال؛ پرورش ماهیان جوان در آب شیرین به مدت ۷۱ روز در مخازن فایبرگلاس با تراکم ۲۵ عدد در مترمکعب نشان داده که در فاصله وزنی ۴۹-۱۹۳ گرمی، نرخ رشد ویژه ۲/۲۵ درصد در روز بوده است (پورعلی فشتمی و همکاران، ۱۳۸۵) و در فیل‌ماهی‌های حدود ۲۹۰-۹۵ گرمی که با تراکم حدود ۱۵ عدد در مترمکعب در مخازن فایبرگلاس به مدت ۸ هفته نگهداری شده بودند، مقدار رشد ویژه ۱/۹۹ درصد در روز بوده است (Taati et al., 2011) که نشان دهنده بالاتر بودن نرخ رشد ویژه این گونه‌ها در سنین پائین می‌باشد. اما در فیل‌ماهی‌های ۲۰۰۴-۹۰۰ گرمی که با تراکم ۱۰ عدد در هر مخزن حدود ۱/۵ مترمکعبی به مدت ۱۰۸ روز نگهداری شده بودند، حداکثر نرخ رشد ویژه ۰/۹ درصد در روز بوده است (Mohseni et

al., 2006)، اما پرورش فیل‌ماهی‌های سه ساله با وزن اولیه ۱۰ کیلوگرم در مخازن بتنی به مدت یک سال نشان داده که رشد ویژه آن‌ها ۰/۲ درصد در روز بوده است (یزدانی ساداتی و همکاران، ۱۳۹۷) که نشان‌دهنده کاهش نرخ رشد ویژه با افزایش وزن این ماهی است.

بررسی وضعیت ظاهری گنادها و شاخص رسیدگی جنسی در ابتدای دوره تحقیق نشان داده است که با وجود آن‌که سن فیل‌ماهی و تاس‌ماهی یکسان بود و علیرغم بزرگتر بودن جثه فیل‌ماهی، اندام‌های جنسی تاس‌ماهی از رشدونمو بیشتری برخوردار بود. محققان مختلف، روش‌های متفاوتی را برای توصیف فرایند رسیدگی جنسی ماهیان خاویاری به کار برده‌اند. برخی محققان فرایند رسیدگی جنسی این ماهی را ۶ مرحله‌ای، برخی ۵ مرحله‌ای و برخی دیگر ۸ مرحله‌ای در نظر گرفته‌اند (امامی لنگرودی و همکاران، ۱۳۹۵). مطالعات نشان داده است که مرحله ۲ رسیدگی جنسی در گونه‌های مختلف ماهیان خاویاری طولانی‌ترین مرحله رسیدگی است و در گونه‌های مختلف متفاوت است، به طوری که در ماهی ازون‌برون (*A. stellatus*)، تاس‌ماهی ایرانی و تاس‌ماهی روسی (*A. gueldenstaedti*)، حدود ۴-۵ سال و در فیل‌ماهی حدود ۱۰-۱۲ سال طول می‌کشد (Altufyev et al., 1986; Ya, et al., 2011). طی دوره تحقیق حاضر، اندام‌های جنسی ماهیان در مرحله ۱ و ۲ رسیدگی جنسی بودند. Bahmani و همکاران (۲۰۱۳) دریافتند که طی فرایند رشدونمو اندام‌های جنسی تاس‌ماهی ایرانی و فیل‌ماهی، نسبت سلول‌های جنسی واقع در مراحل مختلف رسیدگی جنسی و اندازه آن‌ها دچار تغییر می‌شود. آن‌ها همچنین گزارش کردند که رشدونمو اندام‌های جنسی با رشد بدنی ماهیان ارتباط

دریافت کرده‌اند، این تفاوت‌های ممکن است ناشی از اختلاف شرایط فیزیکوشیمیایی و تغذیه‌ای بوده باشد که در بلوغ جنسی ماهیان خاویاری بسیار موثر هستند (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۶).

به‌طور کلی یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که فیل ماهی با وزن نهایی بیش از دو برابری نسبت به تاس ماهی ایرانی، از شاخص‌های رشد سوماتیک بهتری برخوردار بوده است. طی دوره مطالعه، مقادیر ضریب تبدیل غذایی در فیل ماهی به‌طور معنی‌داری کمتر از تاس ماهی ایرانی بود. همچنین مقادیر شاخص رسیدگی جنسی تاس ماهی ایرانی به‌طور معنی‌داری بیشتر از فیل ماهی بوده است.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم که از زحمات تمام کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری نمایم.

منابع

۱. آق، ن.، ایرانی، ع.، ۱۳۹۸. امکان‌سنجی تغییر جنسیت فوتوبی در فیل ماهی و تاس ماهی ایرانی. فیزیولوژی و بیوتکنولوژی آبزیان، ۷(۲): ۱۰۷-۹۱.
۲. امامی لنگرودی، ف.، میروافقی، ع.، فرحمند، ح.، مجازی امیری، ب.، ۱۳۹۵. بررسی بافت‌شناسی گناد فیل ماهیان پرورشی یکساله و دوساله در استان قم. فصلنامه شیلات، ۶۹(۳)، ۳۲۳-۳۳۰.
۳. ایرانی، ع.، آق، ن.، ۱۳۹۷. بهینه‌سازی تراکم ذخیره‌سازی در پرورش فیل ماهی (*Huso huso*) و تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*)، نشریه علوم و فنون شیلات، ۸(۱)، ۳۳۵-۳۴۲.

مستقیم دارد، اما، در فیل ماهی باوجود بالاتر بودن رشد بدنی، رشدونمو اندام‌های جنسی کندتر از تاسماهی بوده است که با یافته‌های مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. در پژوهش حاضر، در هردو سن ۱۵ و ۲۷ ماهگی، شاخص رسیدگی جنسی نرهای تاس ماهی ایرانی به‌طور معنی‌داری بیشتر از ماده‌ها بود. نتایج مشابه آن، در مطالعه هدایتی و همکاران (۱۳۸۶) به‌دست آمده است. به‌طوری که این محققان در بررسی روند رشد و تکامل سیستم تولیدمثلی فیل ماهی پرورشی در سن ۴ تا ۵ سالگی از طریق مطالعات بافت‌شناسی نشان داده‌اند که مراحل رسیدگی جنسی در دو جنس نر و ماده یکسان نیست و از اوایل مرحله رشد گنادی متفاوت است. به گونه‌ای که روند رسیدگی جنسی در جنس نر سریع‌تر از ماده می‌باشد (هدایتی و همکاران، ۱۳۸۶).

امامی لنگرودی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه خود بر روی بافت‌شناسی اندام‌های جنسی فیل ماهی پرورشی، در ماهیان یک‌ساله، سلول‌های اووگونی و اووسیت اولیه و در ماهیان دوساله، سلول‌های اووگونی، اووسیت اولیه و اووسیت ثانویه مشاهده کردند و اووسیت‌های ثانویه در مرحله پیش‌زرده‌سازی و زیر مرحله هستک‌های کناری قرار داشتند. نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های آن‌ها هم‌خوانی دارد. اما محققان فوق، در بافت اندام جنسی نر ماهیان یک‌ساله و دوساله تفاوت بارزی مشاهده نکردند که با یافته‌های مطالعه حاضر مغایرت دارد، زیرا در این پژوهش، در ماهیان دوساله نر فیل ماهی، کیسه‌های منی در حال تشکیل بود و در تاس ماهی نر کیسه‌های منی توسعه یافته بود. با وجود آن‌که محققان اشاره‌شده، جزئیات شرایط پرورش را در مقاله خود ذکر نکرده‌اند و نمونه‌های بافتی را از ماهیان یک مرکز تجاری پرورش ماهیان خاویاری

۱۰. فلاحتکار، ب.، رازگردانی، ع.، رضوی صیاد، ا.، مکنث خواه، ب.، رحمتی، م.، عفت پناه، ا. و همکاران، ۱۳۹۹. اثر توأم دوره نوری و زمان غذادهی بر عملکرد رشد فیل ماهی (*Huso huso*).

نشریه توسعه آبرزی پروری، ۱۴(۲): ۸۳-۹۳.

۱۱. هدایتی، س.ع.، یآوری، و.، بهمنی، م.، علیزاده، م.، کاظمی، ر.، حلاجیان، ع.، ۱۳۸۶. مطالعه سالانه روند تکامل غدد جنسی فیل ماهیان پرورشی در آب لب شور. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۱(۴۲)، ۶۴۹-۶۴۱.

۱۲. یزدانی ساداتی، م.، سید حسنی، م.، شکوریان، م.، کاظمی، ر.، حسین پورزلتی، ع.، ۱۳۹۷. مقایسه شاخص های رشد پیش مولدین فیل ماهی به منظور تولید گوشت پرورش یافته در دو محیط استخرهای بتنی و استخرهای خاکی. نشریه توسعه آبرزی پروری، ۱۱(۱)، ۹۹-۱۱۱.

13. Amiri, B.M., Maebayashi, M., Adachi, S., Yamauchi, K., 1996a. Testicular development and serum sex steroid profiles during the annual sexual cycle of the male sturgeon hybrid, the bester. Journal of Fish Biology, 48, 1039-1050.

14. Amiri, B.M., Maebayashi, M., Hara, A., Adachi, S., Yamauchi, K., 1996b. Ovarian development and serum sex steroid and vitellogenin profiles in the female cultured sturgeon hybrid, the bester. Journal of Fish Biology, 48, 1164-1178.

15. Altufyev, Yu.V., Romanov, A.A., Dakuyul, A.P., 1986. Methods of gonadal study of different species of Acipenseridae. Translated by Sadrayee, SH.; Kazemi, R.; Bahmani, M. International Sturgeon Research Institute, Rasht, Iran. Pp. 35p.

16. Bahmani, M., Kazemi, R., Hallajian, A., Dejandian, S., Yousefi Jourdehi, A.; Charmi, A., 2013. Gonad development in *Acipenser persicus* and *Huso huso* sturgeon fish. Online Journal of Veterinary Research, 17(12), 630-637.

۴. ایرانی، ع.، آق، ن.، ۱۳۹۸. بهینه سازی نرخ های غذادهی برای فیل ماهی (*Huso huso*) در شرایط پرورش متراکم. نشریه علوم و فنون شیلات، ۸(۲)، ۱۰۹-۱۱۶.

۵. بهمنی، م.، پورعلی، ح.، یوسفی جوردهی، ا.، یزدانی، م.، پزند، ذ.، شناور، ع.، ۱۳۹۶. راهنمای جامع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری. نشر آموزش کشاورزی، تهران، ۳۲۰ ص.

۶. بیسواس، اس.پی.، ۱۳۷۹. روش های مطالعه زیست شناسی ماهیان. مترجمین: علیرضا ولی پور و شهرام عبدالملکی. گیلان، مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان، ۱۹۹ ص.

۷. حلاجیان، ع.، کاظمی، ر.، دژندیان، س.، یوسفی جوردهی، ا.، پوردهقانی، م.، توکلی، م.، ۱۳۸۷. بررسی بافت شناسی از رسیدگی جنسی در ماهیان خاویاری نابالغ طبیعی صید شده در پاییز ۸۲ با تاکید بر تاسماهی ایرانی و اوزون برون. امور دام و آبریان، ۷۸، ۱۰۹-۱۰۳.

۸. پور کاظمی، م.، محسنی، م.، نوروز فشخامی، م.، طاهری، س.، چکمه دوز، ف.، برادران نویری، ش.، یارمحمدی، م.، حسن زاده، م.، حلاجیان، ع.، کاظمی، ر.، بهمنی، م.، ۱۳۸۵. مقایسه صفات مورفومتریک، مرستیک و رشد دوره های حاصل از تلاقی فیل ماهی و تاس ماهی ایرانی. مجله علمی شیلات ایران، ۱۵(۱)، ۶۴-۵۱.

۹. پورعلی فشتی، ح.، محسنی، م.، علیزاده، م.، ۱۳۸۵. مطالعه مقایسه رشد فیل ماهی در دو محیط پرورشی آب لب شور و آب شیرین. مجله علمی شیلات ایران، ۱۵(۱)، ۴۹-۴۳.

17. Chebanov, M.S., Galich, E.V., 2011. Sturgeon hatchery manual. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 558. Ankara, FAO. 303 p.
18. Doroshov, S.I., Moberg, G.P., Eenennaam, YP., 1997. Observations on the reproductive cycle of cultured white sturgeon *Acipenser transmontanus*. Environmental Biology of fishes, 48, 265-278.
19. Falahatkar, B., Akhavan, S.R., Tolouei Gilani, M.H., Abbasalizadeh, A., 2013. Sex identification and sexual maturity stages in farmed great sturgeon, *Huso huso* L. through biopsy. Iranian Journal of Veterinary Research, 14 (2), 133-139.
20. Gisbert, E., Williot, P., 1997. Larval behavior and effect of the timing of initial feeding on growth and survival of Siberian sturgeon (*A. baerii*) larvae under small-scale hatchery production. Aquaculture, 156, 63-76.
21. McGuire, J.M., Bello-Deocampo, D., Bauman, J., Baker, E., Scribner, K.T., 2019. Histological characterization of gonadal development of juvenile Lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*). Environmental Biology of Fishes, 102:969-983.
22. Mohseni, M., Pourkazemi, M., Bahmani, M., Falahatkar, B., Pourali, H.R., Salehpour, M., 2006. Effects of feeding rate and frequency on growth performance of yearling great sturgeon, *Huso huso*. Journal of Applied Ichthyology, 22, 278-282.
23. Taati, R., Soltani, M., Bahmani, M., Zamani, AA., 2011. Growth performance, carcass composition, and immunophysiological indices in juvenile great sturgeon (*Huso huso*) fed on commercial prebiotic, Immunoster. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 10(2), 324-335.
24. Ya, JT., Lee, MF., Chen, CY., Chang, CF., 2011. Development of gonadal tissue and aromatase function in the protogynous orange-spotted grouper *Epinephelus coioides*. Zoological studies, 50(6), 693-704.