بلوغ جنسی و سطوح هورمون‌های استروئیدی گنادی در اردک‌ماهی (*Esox lucius* Linnaeus, 1758) تالاب انزلی

علی خدادوست*[۱]، محمدرضا ایمانپور[۲]، حسین خارا[۳]، وحید تقی‌زاده[۲]

۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۶

۲- گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، صندوق پستی: ۱۵۷۳۹-۴۹۱۳۸

۳- گروه شیلات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۶

تاریخ دریافت: ۱۴ آبان ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: ۲ اسفند ۱۳۹۳

چکیده

اردک‌ماهی *Esox lucius* (Linnaeus, 1758) یکی از ماهیان اقتصادی حوضه آبریز دریای مازندران است که در برخی مناطق آن مثل رودخانه‌های دارای گیاهان آبزی و تالاب‌ها زیست می‌کند. تولیدمثل این ماهی نیز در اکوسیستم‌های آب شیرین صورت گرفته که اطلاعات کمی راجع به آن در دسترس می‌باشد. در این بین مطالعه هورمون‌های استروئیدی گنادی مولدین اردک‌ماهی یکی از شاخص‌های مهم بیولوژی تولیدمثل می‌باشد. به همین دلیل بررسی هورمون‌های استروئیدی گنادی مولدین اردک‌ماهی تالاب انزلی از فصل پاییز ۱۳۸۹ تا تابستان ۱۳۹۰ انجام گرفت. در مجموع ۵۰ قطعه اردک‌ماهی صید شدند. سپس زیست‌سنجی شده و پس از خون‌گیری مولدین و انتقال آن به لوله‌های CBC، با استفاده از سانتریفیوژ نمودن آن‌ها پلاسمای خون استخراج شد. سپس اندازه‌گیری هورمون‌های ۱۷- بتا استرادیول، ۱۷- آلفا هیدروکسی پروژسترون و تستوسترون انجام شد. طبق نتایج به دست آمده در بین ماهیان مولد، سطوح استروئیدهای جنسی پلاسما نشان‌دهنده افزایش میزان هورمون ۱۷- بتا استرادیول در فصل پاییز و افزایش میزان هورمون تستوسترون در فصل زمستان و افزایش میزان هورمون ۱۷- آلفا هیدروکسی پروژسترون در پاییز و زمستان می‌باشد ($P < ۰/۰۵$).

کلمات کلیدی: تالاب انزلی، اردک ماهی، *Esox lucius* (Linnaeus, 1758)، بلوغ جنسی، استروئیدهای جنسی.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). alikhodadoust67@yahoo.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1394.9.1.4.7]

مقدمه

بررسی ماهیان در بوم سازگان‌های آبی به دلایل متعدد و از جمله بررسی تکاملی، بوم شناختی، رفتارشناسی، حفاظت آن‌ها، مدیریت منابع آبی و بهره‌برداری ذخایر و پرورش ماهی حایز اهمیت است. شناخت و بررسی بیولوژیک گونه‌های مختلف ماهیان در یک اکوسیستم آبی به خاطر حفظ و بازسازی ذخایر آن‌ها صورت می‌گیرد و در این راستا تمامی آن‌ها اعم از اقتصادی و غیراقتصادی به علت نقش مؤثری که در اکوسیستم‌های آبی ایفا می‌کنند از اهمیت و ارزش زیادی برخوردارند.

با وجود کارهای فزآینده‌ای که در اثر رشد جمعیت بر منابع محدود کنونی وارد می‌شود نیاز مبرمی به شناخت هر چه بهتر خصوصیات آبزیان و محیط زندگی آن‌ها احساس می‌گردد. همچنین به منظور اعمال مدیریت صحیح شناخت بیولوژی و داشتن اطلاعات کافی و مناسب در مورد آبزیان بسیار حایز اهمیت است (وثوقی و مستجیر، ۱۳۷۱).

ارزیابی و تشخیص وضعیت فیزیولوژیکی ماهی و تعیین میزان و اندازه جهت برآورد و تخمین حفظ و نگهداری بهبود ذخایر ماهیان اقتصادی برای تولیدمثل مصنوعی و توسعه بهترین شرایط رشد لازم و ضروری می‌باشد (Zaprudnova and Prozorovskaya, 1999). برآورد ارتباط بین تغییرات و مراحل تکامل گنادی با سطوح هورمون‌های استروئیدی گنادها در پلاسما ابزار ارزشمندی جهت فهم کنترل سیستم آندوکرینی فعالیت‌های تولیدمثلی در ماهیان استخوانی است. الگوی سالیانه هورمونی در ماهیان با مراحل رسیدگی جنسی ارتباط تنگاتنگی دارد (Zaprudnova and Prozorovskaya, 1999; Pavlidis *et al*., 2000). بین سطح استرادیول در پلاسما با مقدار حجم به وزن زرده همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد (Jeoung *et al*., 2007). گنادوتروپین‌ها لایه سلولی تکا را به منظور تولید هورمون تستوسترون تحریک می‌کنند و در ادامه، تستوسترون در لایه گرانولوزا آروماتازه و به منظور تولید هورمون استروئیدی همانند استرادیول و سپس هورمون استرادیول از طریق رگ‌های خونی وارد کبد می‌شود و در آنجا کبد را به منظور تولید زرده‌سازی تحریک می‌کند. در واقع فعالیت لایه گرانولوزا در دوره زرده‌سازی در بالاترین میزان قرار می‌گیرد (Nagahama *et al*., 1991; Armen and Gay, 2000; Berg *et al*., 2005; Drummond, 2006).

در این میان اردک‌ماهی *Esox lucius* (Linnaeus, 1758) از ماهیانی است که دارای ارزش اقتصادی زیادی است (وثوقی و مستجیر، ۱۳۷۱). از نظر آبزی‌پروری نیز گاهی ارزش پرورش اردک‌ماهی با پرورش آزادماهیان جهت بازسازی ذخایر برابری می‌کند (Huet and Timmermans, 1986). اردک‌ماهی در آب‌های شور و لب شور اروپا و آمریکای شمالی یافت می‌شود. این ماهی از ماهیان با فراوانی متوسط و جزء ماهیان نیازمند حفاظت می‌باشد، اما در سال‌های اخیر به علت تخریب زیستگاه آن (آلودگی آب‌ها و از بین رفتن نیزارها) نسل آن رو به کاهش نهاده است (عبدلی و نادری، ۱۳۸۷). مطالعات در جنوب لهستان نشان می‌دهد که اردک‌ماهی و ماهی سوف مورد علاقه صیادان هستند و راهنمایی جهت کارکرد مناسب مدیریت شیلات هستند. همچنین مطالعه نرخ رشد آن‌ها نیز ضروری به نظر می‌رسد.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1394.9.1.4.7]

تالاب انزلی در جنوب شهر انزلی، در جنوب دریای مازندران، در موقعیت جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۹ دقیقه و ۱۳ ثانیه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۱۸ دقیقه و ۴۱ ثانیه طول شرقی قرار دارد. این تالاب همسطح دریای آزاد است. تالاب انزلی به واسطه اهمیت بسیاری که از حیث اکولوژیکی، گیاه‌شناسی، جانورشناسی، لیمنولوژی و بیولوژیکی دارد و همچنین به عنوان مهم‌ترین پشتوانه تکثیر ماهیان اقتصادی- شیلاتی دریای مازندران و ارزش‌های متعدی که در رابطه با جذب گردشگر طبیعت، کنترل سیلاب‌های منطقه و نهایتا فراهم‌آوری امکانات ارتباط آبی در حمل و نقل منطقه دارد، دارای حساسیت ویژه‌ای است. متاسفانه در چندین دهه اخیر این تالاب ارزشمند عمدتا به واسطه نوسانات سطح آب دریای مازندران، ورود رسوبات فراوان، تخلیه عوامل آلاینده ناشی از افزایش جمعیت و توسعه صنعتی، توسعه کشاورزی، زهکشی و تبدیل اراضی حاشیه تالاب و نهایتاً بهره‌برداری بی‌رویه از منابع و ذخایر آبزیان و حیات وحش آن در معرض خطر و مرگ زودرس قرار گرفته است. در حال حاضر مساحت تالاب انزلی حدود ۱۴۰ کیلومتر مربع است. مساحت حوضه آبخیز تالاب ۳۷۴۰۰۰ هکتار است (بهروزی‌راد، ۱۳۸۷).

مطالعات گسترده‌ای روی نوسانات هورمون‌های جنسی در طی فرایند بلوغ و تخم‌ریزی در ماهیان استخوانی طی روند اووژنز توسط محققین مختلفی انجام شده است که می‌توان به مطالعات شفیعی ثابت (۱۳۸۷) روی بلوغ جنسی و سطوح هورمون‌های استروئیدی گنادی در ماهی سفید دریای مازندران (*Rutilus frisii kutum*)، عباسی و همکاران (۱۳۸۷) روی تغییرات هورمون‌های جنسی در طی مراحل رشد تخمدان ماهی *Epinephelus coioides*، MacKenzie و همکاران (۱۹۸۹) روی تغییرات فصلی هورمون‌های تیروئید و هورمون‌های استروئیدی گربه‌ماهی کانالی ماده، Johnson و همکاران (۱۹۹۸) روی چرخه فصلی گنادی و سطوح استروئید جنسی پلاسمای ماهی *Epinehelus morio*، Poortenaar و همکاران (۲۰۰۱) روی فیزیولوژی تولیدمثل ماهی *Seriola lalandi lalandi* و Sisneros و همکاران (۲۰۰۴) روی تنوع فصلی سطوح هورمون‌های جنسی در ماهی Toadfish و Midshipman اشاره کرد.

بنابراین هدف از این مطالعه بررسی سطوح هورمون‌های استروئیدی جنسی اردک‌ماهی تالاب انزلی از طریق مطالعات هورمون‌شناسی می‌باشد تا بتوان نسبت به ارایه راهکارهای لازم و مناسب بهره‌برداری بهینه و همچنین حفظ ذخائر این گونه ارزشمند گامی بلند برداشت.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از ماهیان از فصل پاییز ۱۳۸۹ آغاز شد و تا پایان تابستان ۱۳۹۰ ادامه یافت. صید ماهیان به صورت تصادفی در نقاط مختلف تالاب انزلی انجام پذیرفت. نمونه‌برداری فصل پاییز در ماه آبان، فصل زمستان در اواسط بهمن و اوایل اسفند، فصل بهار در ماه خرداد (به علت پایان یافتن فصل صید مجاز و عدم صید در اردیبهشت ماه، نمونه‌گیری در خرداد ماه انجام شد) و فصل تابستان در اوایل شهریور انجام شد. در مجموع ۵۰ عدد اردک‌ماهی نر و ماده صید شدند. سپس در آزمایشگاه طول کل، طول استاندارد و طول چنگالی با استفاده از تخته بیومتری (با دقت ۱ میلی‌متر)

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1394.9.1.4.7]

و وزن ماهیان با استفاده از ترازو (با دقت ۱ گرم) تعیین شدند (Deriso, 1980).

جدول ۱: زمان نمونه‌گیری و تعداد اردک‌ماهیان صید شده از تالاب انزلی

زمان نمونه‌برداری	آبان	اواسط بهمن	اوایل اسفند	خرداد	شهریور
تعداد نمونه	۱۰	۱۳	۱۲	۱۰	۵

جدول ۲: مقادیر شاخص‌های زیستی مولدین اردک‌ماهی

شاخص‌ها	میانگین±انحراف معیار	دامنه تغییرات	
		کمینه	بیشینه
وزن (گرم)	۶۷۹/۱۶±۷۶/۰۶	۵۹۵/۳	۷۴۳/۷
	۴۵۰±۹/۸۹	۴۴۵	۴۵۵
	۵۹۱/۲۵±۹۹/۳۰	۴۸۹	۶۹۲
	۶۲۱/۲۳±۳۴۶/۴۱	۴۱۶/۲	۱۰۲۱/۲
	۲۶۳/۰۳±۶/۸۵	۲۵۵/۶	۲۶۹/۱
طول کل (میلی‌متر)	۴۵۷/۳۳±۲۱/۱۹	۴۳۸	۴۸۰
	۳۹۰±۱/۴۱	۳۸۹	۳۹۱
	۴۰۷/۷۵±۲۸/۲۴	۳۷۰	۴۳۸
	۴۲۶/۶۶±۶۴/۸۰	۳۸۲	۵۰۱
	۳۵۹/۶۶±۱۶/۱۶	۳۴۵	۳۷۷

الف) روش‌های مطالعه هورمون‌شناسی

خون‌گیری مولدین توسط سرنگ از ناحیه ساقه دمی صورت گرفته و به محفظه‌های حاوی مواد ضد انعقاد خون (CBC) منتقل و سپس با انتقال لوله‌های CBC به آزمایشگاه، با استفاده از سانتریفیوژ نمودن آن‌ها پلاسمای خون استخراج شد و توسط جعبه یونولیت حاوی یخ به آزمایشگاه شیمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انتقال داده شد؛ در ادامه نمونه‌ها در فریزر ۷۰- درجه سانتی‌گراد جهت آنالیز هورمونی نگهداری گردید.

هورمون‌های ۱۷-بتا استرادیول، ۱۷- آلفا هیدروکسی پروژسترون و تستوسترون به روش رادیوایمونواسی (RIA) توسط کیت اسپکتریا (Specteria) فنلاند و با دستگاه گاما کانتر مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند (Avella *et al*., 1990).

ب) تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل کلیه داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 16 و برای رسم نمودارها از برنامه Excel 2007 استفاده گردید. به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون واریانس یک‌طرفه (Oneway ANOVA) استفاده گردید. جهت مقایسه جفتی میانگین‌ها از آزمون دانکن (Dancan) استفاده شد.

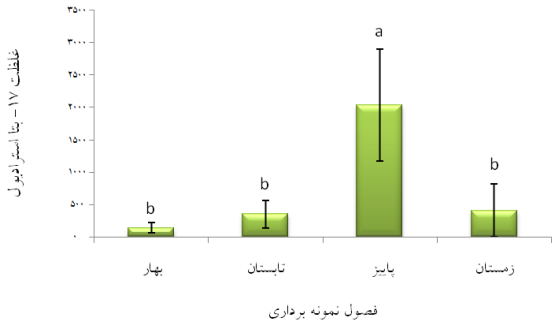
نتایج

با توجه به نتایج به‌دست آمده میانگین و انحراف معیار تغییرات غلظت هورمون ۱۷- بتا استرادیول در فصل پاییز برابر با ۸۶۲/۴۰ ± ۲۰۳۸/۰۵ (حداقل ۳۳۳/۲۸ و حداکثر ۲۵۷۱/۷۳)، در فصل زمستان برابر با ۴۰۹/۷۷±۴۱۰/۶۰ (حداقل ۳۵/۵۹ و حداکثر ۲۴۶۴/۸۴)، در فصل بهار برابر با ۸۰/۸۴ ±۱۳۹/۳۲ (حداقل ۵۴/۵۰ و حداکثر ۳۰۹/۹۱) و در فصل تابستان برابر با ۲۱۳/۴۰±۳۵۶/۱۳ (حداقل ۱۱۶/۴۳ و حداکثر ۵۲۵/۶۶) بود. بیشترین میانگین میزان هورمون ۱۷- بتا استرادیول در فصل پاییز و کمترین آن در فصل بهار دیده شد (شکل ۱).

با توجه به آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن فاکتور تغییرات غلظت هورمون ۱۷- بتا استرادیول براساس فصول مختلف، نشان داد که بین

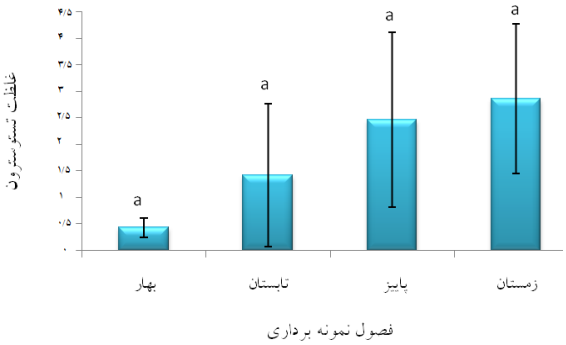
[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1394.9.1.4.7]

فصول از نظر فاکتور فوق اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده می‌گردد (P <۰/۰۵).



شکل ۱: روند تغییرات غلظت هورمون ۱۷- بتا استرادیول (میانگین±انحراف معیار) در مولدین اردک‌ماهی تالاب انزلی

با توجه به نتایج به دست آمده میانگین و انحراف معیار تغییرات غلظت هورمون تستوسترون در فصل پاییز برابر با ۱/۶۴ ± ۲/۴۶ (حداقل ۰/۶۵ و حداکثر ۵/۲۰)، در فصل زمستان برابر با ۱/۴۰ ± ۲/۸۶ (حداقل ۰ و حداکثر ۱۹/۵۲)، در فصل بهار برابر با ۰/۱۸ ± ۰/۴۳ (حداقل ۰/۲۳ و حداکثر ۰/۷۹) و در فصل تابستان برابر با ۱/۳۴ ± ۱/۴۲ (حداقل ۰/۳۸ و حداکثر ۳/۳۲) بود. بیشترین میانگین میزان هورمون تستوسترون در فصل زمستان بوده و کمترین آن در فصل بهار دیده شد (شکل ۲).

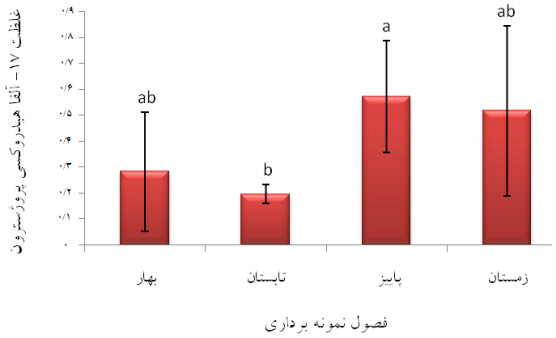


شکل ۲: روند تغییرات غلظت هورمون تستوسترون (میانگین±انحراف معیار) در مولدین اردک‌ماهی تالاب انزلی

با توجه به آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن فاکتور تغییرات غلظت هورمون تستوسترون براساس فصول مختلف، نشان داد که بین فصول از نظر فاکتور فوق اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده می‌گردد (P<۰/۰۵).

با توجه به نتایج به دست آمده میانگین و انحراف معیار تغییرات غلظت هورمون ۱۷- آلفا هیدروکسی پروژسترون در فصل پاییز برابر با ۰/۲۱ ± ۰/۵۷ (حداقل ۰/۳۱ و حداکثر ۰/۹۴)، در فصل زمستان برابر با ۰/۳۲ ± ۰/۵۱ (حداقل ۰/۰۵ و حداکثر ۱/۴۶)، در فصل بهار برابر با ۰/۲۲ ± ۰/۲۸ (حداقل ۰/۱۳ و حداکثر ۰/۹۹) و در فصل تابستان برابر با ۰/۰۳ ± ۰/۱۹ (حداقل ۰/۱۶ و حداکثر ۰/۲۳) بود. بیشترین میانگین میزان هورمون ۱۷- آلفا هیدروکسی پروژسترون در فصل پاییز و زمستان بوده و پس از آن کاهش یافته و در فصل تابستان به کمترین مقدار خود می‌رسد (شکل ۳).

با توجه به آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن فاکتور تغییرات غلظت هورمون ۱۷- آلفا هیدروکسی پروژسترون براساس فصول مختلف، نشان داد که بین فصول از نظر فاکتور فوق اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده می‌گردد (P<۰/۰۵).



شکل ۳: روند تغییرات غلظت هورمون ۱۷- آلفا هیدروکسی پروژسترون (میانگین±انحراف معیار) در مولدین اردک‌ماهی تالاب انزلی

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1394.9.1.4.7]

بحث

با دست یافتن به یافته‌های علمی در دهه‌های اخیر دانش شناخت غدد درون‌ریز با تغییرات اساسی وارد مرحله نوینی شده است به طوری‌که امروزه برای کنترل تولیدمثل و توسعه روند تکثیر و پرورش آبزیان علم شناخت غدد درون‌ریز ماهیان از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار شده و کنترل هورمونی به عنوان یک ابزار کارآمد در جهت تکثیر و پرورش آبزیان به کار می‌رود (Matty, 1985). در ماهیان استخوانی رشد و رسیدگی تخمک‌ها شامل مراحل مختلفی است که این مراحل تحت کنترل هورمون‌های مختلفی نظیر هورمون‌های گنادوتروپین، پروژسترون، تستوسترون و استرادیول می‌باشند (Lee and Yang, 2002). در طی رشد و نمو تخمک‌ها، هورمون‌های گنادوتروپینی باعث تحریک تخمدان و سپس تولید هورمون ۱۷- بتا استرادیول می‌شوند و تستوسترون نیز خود به عنوان پیش‌ساز استرادیول مطرح است (King *et al*., 1997). مطالعات نشان داده که نوسانات سالانه هورمون‌ها در ماهیان مرتبط با سیکل‌های تولیدمثلی، تغذیه‌ای و رشد در آن‌هاست (عباسی و همکاران، ۱۳۸۷). ریتم سالیانه هورمون‌ها به طور بسیار نزدیکی با فاکتورهایی همچون درجه حرارت، محیط زیست، گونه ماهی، طول شبانه روز و استروئیدهای جنسی گناد مرتبط است (Pavlidis *et al*., 2000). فعالیت‌های زرده‌زایی و رسیدگی نهایی تخمک ماهیان توسط هورمون‌های استروئیدی تنظیم می‌گردد (Lee and Yang, 2002). نوسان در هورمون‌های استروئیدی در طول مرحله زرده‌سازی و بلوغ وابسته به استراتژی تخم‌ریزی می‌باشد. الگوی ترشح استروئید در گونه‌های دارای توسعه همزمان گامت توسط یک یا دو پیک اصلی از فعالیت مشخص می‌شود، که در برخی از آزادماهیان و کپورماهیان مناطقی که دارای تخم‌ریزی یک ساله یا شش ماهه هستند دیده می‌شود (Tyler *et al*., 1990; King and Pankhurst, 2003).

در پژوهش حاضر نتایج حاصل از مطالعات هورمونی حاکی از افزایش هورمون استرادیول در فصل پاییز می‌باشد. به طوری‌که حداکثر میزان هورمون استرادیول در زمان قبل از بلوغ نهایی تخمک‌ها و تخم‌ریزی آن است. نتایج این مطالعه بیان‌کننده نقش هورمون‌های استروئیدی در در تولیدمثل اردک‌ماهی می‌باشد. بر پایه نتایج به دست آمده، تغییرات سطوح ۱۷- بتا استرادیول در مراحل مختلف رسیدگی جنسی معرف اختلاف است. به طوری‌که در فصل پاییز میزان هورمون ۱۷- بتا استرادیول بیشتر از سایر فصول بوده است. یعنی در زمان قبل از تخم‌ریزی که مصادف با مرحله III رسیدگی جنسی و زرده‌سازی است. این نتیجه در مطالعات دیگر از جمله شفیعی ثابت (۱۳۸۷) روی ماهی سفید دریای مازندران (*Rutilus frisii kutum*) و عباسی و همکاران (۱۳۸۷) روی ماهی *Epinephelus coioides* به اثبات رسیده که در ماهی سفید حداکثر آن در اسفند ماه و در ماهی *Epinephelus coioides* در اوایل اردیبهشت ماه یعنی قبل از تخم‌ریزی دیده شد. در این مطالعات میزان سطوح پلاسمایی استرادیول در طول سال دارای اختلاف و حداکثر آن در قبل از تخم‌ریزی بوده است. در بررسی حاضر برای اردک‌ماهی این پدیده مورد تایید قرار گرفته است. همچنین Sulistyo و همکاران (۱۹۹۸) بیان کردند که در طول دوره پیش از تخمک-گذاری یک پیک از استرادیول ظاهر می‌شود در حالی-

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1394.9.1.4.7]

که سطوح تستوسترون کم می‌باشد که با نتیجه مطالعه اردک‌ماهی مطابقت دارد.

در ماهیان میزان استرادیول با شروع فعالیت زرده‌سازی تخمک‌ها افزایش می‌یابد و در مرحله سوم رشد تخمک‌ها (زرده‌سازی) به بالاترین حد خود می‌رسد و در مرحله پس از زرده‌سازی و دوره تخم‌ریزی کاهش می‌یابد (Johnson *et al*., 1998). نتایج فوق با نتایج حاصل از این مطالعه انطباق دارد؛ به طوری‌که بالاترین میزان استرادیول در اردک‌ماهی در پاییز یعنی در زمان زرده‌سازی دیده شد. در این مطالعه افزایش هورمون ۱۷- بتا استرادیول قبل از تخمک‌گذاری می‌باشد که نشان‌دهنده تغییرپذیری این هورمون از نوسانات GTH-II می‌باشد و در مراحل ابتدایی بلوغ نهایی تخمک‌ها، همزمان با افزایش GTH-II، میزان استرادیول و تستوسترون افزایش می‌یابد و در مراحل پایانی بلوغ نهایی تخمک میزان هورمون استرادیول کاهش می‌یابد که با تحقیقات انجام شده توسط Poortenaar و همکاران (۲۰۰۱) منطبق است.

بر طبق نتایج، میزان هورمون تستوسترون در فصل زمستان بیشتر از سایر فصول بوده است یعنی زمان مرحله بلوغ جنسی که مصادف با مرحله IV و V رسیدگی جنسی و بعد از زرده‌سازی است که در بررسی عباسی و همکاران (۱۳۸۷) روی ماهی *Epinephelus coioides*، Johnson و همکاران (۱۹۹۸) روی ماهی *Epinehelus morio* و Sisneros و همکاران (۲۰۰۴) روی ماهی toadfish و midshipman مورد تایید قرار گرفته است. در بررسی Sisneros و همکاران (۲۰۰۴) روی ماهی Toadfish و Midshipman و عباسی و همکاران (۱۳۸۷) روی ماهی *Epinephelus coioides* ارتباط میان هورمون تستوسترون و استرادیول بیان شده است. به طوری‌که در قبل از تخم‌ریزی با افزایش هورمون استرادیول، هورمون تستوسترون نیز افزایش می‌یابد. در حالی‌که در زمان بلوغ نهایی، میزان استرادیول کاهش یافته ولی میزان تستوسترون بالاتر می‌رود. در بررسی حاضر روی اردک‌ماهی نیز، میزان استرادیول در فصل پاییز بالاترین میزان خود را داشته و با افزایش تستوسترون در فصل زمستان میزان آن کاهش یافته است.

میزان تستوسترون در ماهی *Perca fluviatilis* در آذر ماه به طور ناگهانی افزایش یافت (Sulistyo *et al*., 1998). در مطالعات انجام شده روی گربه‌ماهی کانالی اعلام شد که استرادیول و تستوسترون پلاسما بلافاصله پس از تخم‌ریزی پایین می‌آید و در پاییز در ارتباط با شروع زرده‌سازی افزایش می‌یابد (MacKenzie *et al*., 1989). در مطالعه حاضر نیز مشابه نتیجه فوق به دست آمد.

نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین میزان پروژسترون در فصل پاییز و زمستان است. Sulistyo و همکاران (۱۹۹۸) بیان کردند که در ماهی *Perca fluviatilis* سطوح پروژسترون پایین باقی می‌ماند و نسبتا ثابت است. مقدار حداکثر پروژسترون در طول دوره پیش از تخمک‌گذاری مشاهده نشد.

در پایان باید گفت که اردک‌ماهی دارای تخم‌ریزی یکباره بوده و روند تکاملی گناد آن به این صورت است که در فصل بهار پس از تخم‌ریزی، گنادها دوباره شروع به رشد کرده و در تابستان دانه‌های زرده به همراه واکوئل‌های حاصل از فصل بهار مشاهده می‌شوند که این مشاهدات با نتیجه‌گیری Epler و

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1394.9.1.4.7]

همکاران (۲۰۰۸) روی ماهی سوف و اردک‌ماهی در منابع آبی ترسنا مطابقت دارد. همچنین در اواسط فصل پاییز زرده‌سازی کامل می‌گردد و تخم‌ریزی در اواخر فصل زمستان صورت می‌گیرد. بیشترین میزان استرادیول در قبل از تخم‌ریزی و در زمان زرده‌سازی بوده و بیشترین مقدار تستوسترون بعد از زرده‌سازی و بیشترین مقدار پروژسترون در زمان بلوغ جنسی و فصل تخم‌ریزی است.

سپاسگزاری

بدینوسیله نگارندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از همکاری صمیمانه آقایان غضنفر مرادی‌نسب و فرزین جمال‌زاد و آقای قربان‌زاده جهت تهیه نمونه‌ها و آقای مهندس ملکی در آزمایشگاه فدایی رشت، آقای مهندس علی‌نیا مسئول آزمایشگاه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، محمدرضا حیات‌بخش و مجید راستا ابراز می‌دارند. همچنین از زحمات بیدریغ آقایان وحید زادمجید و فردین شالویی و سرکار خانم دکترمینا رهبر جهت راهنمایی‌های صمیمانه‌شان کمال تشکر را داریم.

منابع

۱. بهروزی‌راد، ب.، ۱۳۸۷. تالاب‌های ایران، تهران، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۵۶۵-۵۸۰.
۲. شفیعی‌ثابت، س.، ۱۳۸۷. اثرات اندازه ماهی و تغییرات فصل روی مراحل رسیدگی جنسی و هورمون‌های استروئیدی گنادی مولدین ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum* Nordmann, 1840). پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۹۷ صفحه.
۳. عباسی، ف.، عریان، ش.، متین‌فر، ع.، ۱۳۸۷. تغییرات هورمون‌های جنسی در طی مراحل رشد تخمدان ماهی (*Epinephelus coioides*) در خلیج فارس. پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، ۷۹، ۷۲-۸۰.
۴. عبدلی، ا.، نادری، م.، ۱۳۸۷. تنوع زیستی ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر، تهران، انتشارات علمی آبزیان، ۲۴۲ صفحه.
۵. وثوقی، غ. م.، مستجیر، ب.، ۱۳۷۱. ماهیان آب شیرین، تهران، انتشارات دانشگاه تهران. ۳۱۷ صفحه.
6. Armen, T.A., Gay, C.V., 2000. Simultaneous detection and functional response of testosterone and estradiol receptors in osteoblast plasma membranes. Journal of Cell Biochem, 79, 620-627.
7. Avella, M., Young, G., Prunet, P., Schreck, C. B., 1990. Plasma prolactin and cortisol concentrations during salinity challenges of Coho salmon *(Oncorhynchus kisutch*) at smolt and post-smolt stages. Aquaculture, 91, 359-372.
8. Berg, A.H., Thomas, P., Olsson, P.E., 2005. Biochemical characterizations of the Arctic char (*Salvelinus alpinus*) ovarian progestin membrane receptor. Reproductive Biology and Endocrinology, 3, 64 p.
9. Deriso, R.B., 1980. Harvesting strategies and parameter estimation for an age structured model. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, 37, 268-282.
10. Drummond, A.E., 2006. The role of steroids in follicular growth. Reproductive Biology and Endocrinology, 4, 16.
11. Epler, P., Euszczek-Trojnar, E., Socha, M., Szczerbik, P., Soko'owska-Miko'ajczyk, M., Popek, W., 2008. Growth rate and histological picture of the gonads of Pike, *Esox lucius* and Pikeperch, *Sander lucioperca*, from the Tresna reservoir (Lake Ywieckie). Archives of Polish Fisheries, 16, 147-154.
12. Huet, M., Timmermans, J.A., 1986. Textbook of fish culture, breeding, cultivation of fish (2nd edition). Farnham, Fishing News Books. 438 p.
13. Jeoung, M., Lee, C., Ji, I., Ji, T.H., 2007. Trans-activation, cis-activation and signal selection of gonadotropin receptors. Molecular and Cellular Endocrinology 1st International Conference on Gonadotropins and Receptors, 260-262.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1394.9.1.4.7]

14. Johnson, A.K., Thomas, P., Wilson, J.R., 1998. Seasonal cycles of gonadal development and plasma sex steroid levels in *Epinehelus morio* a protogynous grouper in the eastern Gulf of Mexico, Journal of Fish Biology, 52, 502-518.
15. King, W.V., Thomas, P., Reginal, M.H., Ronald, G.H., Lee, G., Kelly, L.D., 1997. Characteristics of GnRH binding in the gonads and effects of Lamprey GnRH I and GnRH III on reproduction in the adult sea Lamprey. General and Comparative Endocrinology, 108, 327-339.
16. King, H.R., Pankhurst, N.W., 2003. Ovarian growth and plasma sex steroid and vitellogenin profiles during vitellogenesis in Tasmanian female Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture, 219, 797-813.
17. Lee, W.K., Yang, S.W., 2002. Relationship between ovarian development and serum levels of gonadal steroid hormones, and induction of oocyte maturation and ovulation in the cultured female Korean spotted sea bass (*Lateolabrax maculates*) (Jeom-nong-eo). Aquaculture, 207, 169-183.
18. MacKenzie, D.S., Thomas, P., Farrar, S.M., 1989. Seasonal changes in thyroid and reproductive steroid hormones in female channel catfish (*Ictalurus punctatus*) in pond culture. Aquaculture, 78, 63-80.
19. Matty, A.J., 1985. Fish Endocrinology. Beckenham: Croom Helm, 267 p.
20. Nagahama, Y., Matsuhisa, A., Wamatsu, T., Sakai, N., Fukaoa, S., 1991. A mechanism for the action 01 pregnant mare serum gonadotropin on aromatase activity in the ovarian 10Uicie of the medaca, *Oryzias latipes*. Journal of Experimental Zoology, 259, 53-58.
21. Pavlidis, M., Greenwood, L., Mourot, B., Kokkari, C., Le Menn, F., Divanach, P., Scott, A. P., 2000. Seasonal variations and maturity stages in relation to differences in serum levels of gonadal steroids, vitellogenin, and thyroid hormones in the common dentex (*Dentex dentex*). General and Comparative Endocrinology, 118, 14-25.
22. Poortenaar, C.W., Hooker, S.H., Sharp, N., 2001. Assessment of jellowtail king Fish (*Seriola lalandi lalandi*) reproductive physiology, as a basis for aquaculture development. Aquaculture, 201, 271-286.
23. Sisneros, J.A., Forlano, P.M., Knapp, R., Bass, A.H., 2004. Seasonal variation of steroid hormone levels in an intertidal-nesting fish, the vocal plainfin midshipman. General and Comparative Endocrinology, 136, 101-116.
24. Sulistyo, I., Rinchard, J., Fontaine, P., Gardeur, J.N., Capdeville, B., Kestemont, P., 1998. Reproductive cycle and plasma levels of sex steroids in female Eurasian perch (*Perca fluviatilis*). Aquatic Living Resources, 11, 101-110.
25. Tyler, C.R., Sumpter, J.P., Witthames, P.R., 1990. The dynamics of oocyte growth during vitellogenesis in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Biology of
26. Zaprudnova, R.A., Prozorovskaya, M.P., 1999. The change in Concentrations of Catecholamines and ions in tissues of Bream (*Abramis brama*) under Stress. Journal of Ichthyology, 39, 262-266.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1394.9.1.4.7]