تأثیر اندازهٔ ماهی و تغییرات فصل روی هورمون‌های استروئیدی گنادی در مولدین اردک ماهی

محمدرضا ایمان‌پور، وحید تقی‌زاده، علی خدادوست و زهرا روحی*

دریافت: ۱۳۹۵/۲/۳/ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۲۵/ چاپ: ۱۳۹۷/۳/۲۰

گروه شیلات، دانشکدهٔ شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران
*مسئول مکاتبات: zahra.roohi@gau.ac.ir

چکیده. هورمون‌های جنسی استروئیدی نقش مهمی در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی و به‌ویژه در تولید مثل ماهیان استخوانی دارد. بنابراین مطالعه هورمون‌های استروئیدی در ماهیان، شاخصی مهم از بیولوژی تولید مثل است. در پژوهش حاضر، هورمون‌های استروئیدی سرم خون مانند تستوسترون، ۱۷-بتااسترادیول و ۱۷-آلفا هیدروکسی‌پروژسترون در مولدین اردک ماهی، از پاییز ۱۳۸۹ تا تابستان ۱۳۹۰ طی ۵ دوره (پاییز، نیمه اول زمستان، نیمه دوم زمستان، بهار و تابستان) با سه کلاسه طولی: ۳۶۰-۳۰۰، ۴۲۰-۲۶۰ و ۴۸۰-۴۲۰ میلی‌متر مطالعه شد. نتایج نشان داد که بین میزان هورمون‌های استروئیدی در سه کلاسه طولی تفاوت معنی‌دار وجود داشت و با افزایش طول ماهی افزایش یافت (P<۰/۰۵). علاوه‌بر این، بین میزان هورمون‌های استروئیدی در فصول مختلف سال با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند (P<۰/۰۵)، به‌طوری‌که بیشترین میزان ۱۷-بتااسترادیول در فصل پاییز مشاهده شد و در رابطه با سطح هورمون تستوسترون و پروژسترون، بیشترین میزان بترتیب در نیمه اول زمستان و نیمه‌دوم زمستان مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی. آبزیان، استرادیول، پروژسترون، تستوسترون، تولیدمثل

Effect of fish size and seasonal changes on gonadal steroid hormones in pike brood stocks (*Esox lucius*)

Mohammad Reza Imanpoor, Vahid Taghizadeh, Ali Khodadoust & Zahra Roohi*

Received 22.04.2016/ Accepted 16.12.2017/ Published 10.06.2018

Fisheries Sciences, Department of Fisheries and Environment, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran.
*Correspondent author: zahra.roohi@gau.ac.ir

Abstract. Sex steroid hormones play important roles in many physiological processes, particularly in the reproduction of vertebrates. Therefore, the study of steroid hormones in pike is one of the important indicators of reproductive biology. In the present research, serum steroid hormones such as testosterone (T), 17β-estradiol (E2) and progesterone (P) in *Esox Lucius* brood stocks, during one year, in five periods from autumn 2010 to summer 2011 (autumn, first half of winter, second half of winter, spring and summer) with three longitudinal classes (300-360, 360-420 and 420-480 millimeters), were studied. The results showed significant differences between levels of steroid hormones in three longitudinal classes and showed an increasing trend by increased length (P<0.05). In addition, there were significant differences between levels of gonadal steroid hormones and different seasons (P<0.05). The highest level of 17-β estradiol was observed in autumn season. As for testosterone and progesterone hormones, the highest levels were recorded in the first and the second halves of winter.

Keywords. aquatic, estradiol, progesterone, reproduction, testosteron

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1397.5.1.7.5]
[DOI: 10.29252/nbr.5.1.65]

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1397.5.1.7.5]
[DOI: 10.29252/nbr.5.1.65]

مقدمه

ارزیابی و تشخیص وضعیت فیزیولوژیکی ماهی و تعیین میزان و اندازهٔ آن برای تولید مثل مصنوعی و ایجاد بهترین شرایط رشد جهت حفظ ذخایر ماهیان، لازم و ضروری است (Zaprudnova & Prozorovskaya, 1999). هورمون‌های استروئیدی نقش مهمی در بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی و به‌ویژه در تولید مثل مهره‌داران دارد (Taghizadeh *et al.*, 2013). مطالعات نشان داده که نوسانات سالانه هورمون‌ها در ماهیان مرتبط با سیکل‌های تولید مثلی، تغذیه‌ای و رشد در آنهاست (Matty, 1985; Pavlidis *et al.*, 2000). ترشح گنادوتروپین به‌وسیله هیپوفیز برای بلوغ تخمک و اولاسیون ضروری است (Nagahama, 1994). در ماهیان استخوانی، تحت تأثیر عمل گنادوتروپین، هورمون‌های استروئیدی ۱۷-بتااسترادیول، ۱۱-کتا-تستوسترون و ۱۷-آلفا-۲۰-بتادی‌هیدروکسی‌پروژسترون به‌طور فراوان در بافت‌های گنادی تولید می‌شود که برای مراحل گامتوژنز ضروری هستند (Miura *et al.*, 1991; Agahama & Yamashita, 2008). لایه گرانولوزا تحت تأثیر تستوسترون ترشح شده از لایه تکا، به‌منظور تولید هورمون استروئیدی (استرادیول) تحریک می‌شود. هورمون ۱۷-بتا استرادیول باعث تحریک سنتز و ترشح ویتلوژنین در کبد و تجمع آن در اووسیت‌ها می‌شود. در واقع فعالیت آروماتاز لایه گرانولوزا در دوره‌ی زرده-سازی در بالاترین میزان قرار می‌گیرد (Nagahama *et al.*, 1991 & 1993; Aremen & Gay, 2000; Semenkova *et al.*, 2002; Berg *et al.*, 2005; Drummond, 2006). در بسیاری از گونه‌ها طی ویتلوژنز میزان استروژن پلاسما و به‌ویژه استرادیول، که با رشد اووسیت‌های ویتلوژنین مرتبط است، افزایش یافته است (Katz & Eckestein, 1974). مطالعات بسیاری روی چرخه هورمون‌های جنسی در طول فرایند بلوغ و تخم‌ریزی ماهیان استخوانی انجام شده است که می‌توان به مطالعات انجام شده روی تغییرات فصلی تیروئید و هورمون‌های استروئیدی تولیدمثلی در گربه‌های ماده (MacKenzie *et al.*, 1989)، چرخه تکامل گنادی و میزان هورمون‌های جنسی پلاسما در هامور (Johnson *et al.*, 1998)، ارزیابی فیزیولوژی تولید مثلی در تن زرد باله (Poortenaar *et al.*, 2001)، تأثیر اندازه‌ی ماهی روی هورمون‌های استروئیدی ماهی سفید دریای خزر (Shafiei Sabet, 2008)، تغییرات فصلی هورمون‌های جنسی در هامور خال‌قرمز (Li *et al.*, 2007)، نوسانات هورمون‌های جنسی در مولدین ماده ازون‌برون پرورشی پس از القای تخم‌ریزی به وسیله GnRH (Yooneszadeh *et al.*, 2008) و چرخه هورمون‌های استروئیدی در طول مراحل تکامل تخمدان در هامور (Abbasi *et al.*, 2008) اشاره کرد.

اردک ماهی (*Esox lucius*) از ماهیانی است که دارای ارزش اقتصادی زیادی است (Vosoughi & Mostajir, 2000). طبق بررسی‌های انجام شده در استان‌های شمالی کشور در سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵، میانگین صید سالانه این ماهی در استان گیلان (۲۴۹/۰۱ تن) بیش‌ترین مقدار و در طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۳ در بین شهرهای شمالی کشور، در بندر انزلی (۰/۷۱۵ تن) بالاترین مقدار بوده است (Abdali & Naderi, 2008). زمان تخم‌ریزی اردک ماهی تقریباً از اواخر بهمن تا اواسط اردیبهشت است و در نواحی شمالی تا اواسط مرداد نیز به طول می‌انجامد (Vosoughi & Mostajir, 2000).

با توجه به اینکه کنترل هورمونی به‌عنوان یک ابزار کارامد جهت تکثیر و پرورش آبزیان به‌کار می‌رود، لذا هدف از این تحقیق بدست آوردن الگوی فصلی تغییرات هورمون‌های تستوسترون، ۱۷-بتااسترادیول، ۱۷-آلفاهیدروکسی‌پروژسترون در طی روند بلوغ و تخم‌ریزی و همچنین ارتباط آنها با اندازهٔ ماهی در مولدین اردک‌ماهی است.

مواد و روش‌ها

زمان و محل تهیّه ماهی: ماهی ها در مقاطع زمانی مختلف طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۰ (پاییز ۸۹ الی تابستان ۹۰) طی ۵ دوره (پاییز، نیمه اول زمستان، نیمه دوم زمستان، بهار و تابستان) با استفاده از تور گوشگیر ۳۰ میلی‌متر و تله ۲۸ میلی‌متر به تعداد ۵۰ قطعه به صورت تصادفی در نقاط مختلف تالاب انزلی صید شدند.

روش‌های مطالعه بیومتری: برای این منظور در آزمایشگاه ماهیان وزن شده (با دقت ۱ گرم) و طول کل (با دقت اندازه‌گیری ۱ میلی‌متر) اندازه‌گیری و ثبت شد.

تعیین میزان هورمون‌های استروئیدی جنسی: خون‌گیری مولدین توسط سرنگ از ساقه دمی صورت گرفته و به محفظه‌های حاوی مواد ضد انعقاد خون منتقل و سپس با استفاده از سانتریفیوژ

کردن آنها سرم خون گرفته و توسط جعبه یونولیت حاوی یخ به آزمایشگاه شیمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انتقال داده شد. سپس هورمون‌های موجود در سرم توسط دستگاه الایزا و کیت‌های هورمونی DRG اندازه‌گیری شدند.

برای تجزیه وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 16 و برای رسم نمودارها از برنامه Excel استفاده شد. به‌منظور مقایسه آماری نتایج بدست آمده از آزمون واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج

نتایج تحقیق در نمودارهای شکل های ۱ تا ۶ نشان داده شده است. در این مطالعه بین اندازهٔ ماهی و میزان هورمون‌های استروئیدی گنادی تفاوت معنی‌دار وجود داشت. به‌طوری که با افزایش طول ماهی، میزان استروئیدهای گنادی افزایش یافت (شکل ۱-۳).

نتایج نشان داد که میزان هورمون‌های استروئیدی گنادی مولدین اردک در فصول مختلف تفاوت معنی‌داری وجود داشت. در بررسی نوسانات ۱۷-بتا استرادیول، مشاهده شد که بیشترین میزان هورمون ۱۷-بتااسترادیول در فصل پاییز (۹۹۷/۹۲± ۱۵۶۶/۹)، در زمان ویتلوژنز، و کمترین مقدار آن در فصل بهار (۸۷/۴۹ ±۱۴۱/۹۲) مشاهده شد (شکل ۴). مطالعه نوسانات تستوسترون، بیانگر آن است که بیشترین مقدار آن در نیمه اوّل زمستان (۵/۷۸۱±۵/۶۰۲) و کمترین مقدار آن در فصل بهار (۰/۰۶۳±۰/۴۷۲) ثبت شد (شکل ۵). میزان ۱۷-آلفا هیدروکسی پروژسترون در نیمه دوّم زمستان در حداکثر (۰/۲۹۲±۰/۷۷۹) بوده است و کمترین میزان آن در فصل تابستان (۰/۰۶۷±۰/۲۰۰) مشاهده شد (شکل ۶).

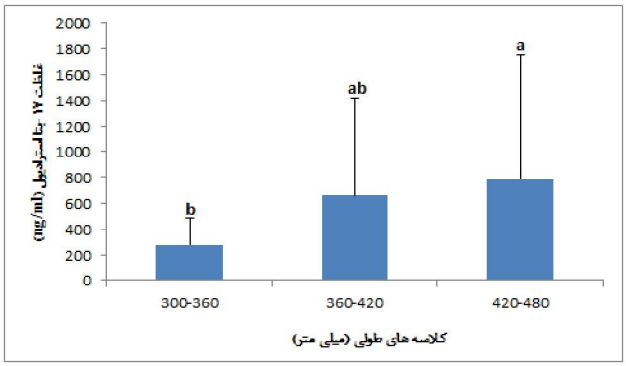
بحث

با دست یافتن به یافته‌های علمی در دهه‌های اخیر دانش شناخت غدد درون‌ریز با تغییرات اساسی وارد مرحله نوینی شده است به‌طوری‌که کنترل هورمونی به عنوان یک ابزار کارامد در جهت تکثیر و پرورش آبزیان به‌کار می‌رود (Matty, 1985). مطالعات نشان داده که نوسانات سالانه هورمون‌های استروئیدی گنادی در ماهیان، به چرخه‌های تولیدمثلی، رشد، تغذیه، دما، سن، ژنتیک، فصل، شرایط فیزیولوژیکی و دیگر شرایط مرتبط با تولیدمثل بستگی دارد (Yousefian *et al.*, 2010; Yousefian & Laloei, 2011).

در این مطالعه، میزان هورمون ۱۷- بتااسترادیول، تستوسترون و ۱۷-آلفا هیدروکسی پروژسترون در بین سه کلاسه طولی دارای اختلاف معنی‌دار مستقیم بوده و با افزایش طول ماهی، افزایش یافته است که با نتایج Shafiei Sabet و همکاران (2008) روی ماهی سفید مطابقت دارد. در ماهیان، رشد و رسیدگی اووسیت‌ها شامل مراحل مختلفی است که این مراحل تحت کنترل هورمون-های مختلفی از جمله هورمون‌های گنادوتروپین، پروژسترون، تستوسترون و استرادیول است (Lee & Yang, 2002). در طول رشد و نمو اووسیت‌ها، هورمون‌های گنادوتروپینی باعث تحریک تخمدان و سپس تولید هورمون ۱۷-بتااسترادیول می‌شوند و تستوسترون نیز خود به‌عنوان پیش‌ساز استرادیول مطرح است (Kousha *et al.*, 2009). استرادیول، ویتلوژنزیز را در ماهیان استخوانی تحریک می‌کند و میزان هورمون‌های استروئیدی را در طول بلوغ گناد تغییر می‌دهد (Silversand *et al.*, 1993). به-طورکلی تغییرات سطوح استرادیول با رشد اووسیت‌ها و افزایش شاخص گنادوسوماتیک مرتبط است. در ماهی‌ها، میزان استرادیول با شروع فعالیت ویتلوژنیک اووسیت‌ها افزایش می‌یابد و در مرحله سوم رشد اووسیت‌ها (زرده‌سازی) به بالاترین سطح خود می‌رسد و در مرحله پس از زرده‌سازی تخمدان‌ها و دوره‌ی تخم‌ریزی، شروع به کاهش می‌نماید (Lee & Yang, 2002).

در پژوهش حاضر، تغییرات سطوح ۱۷-بتااسترادیول در مراحل مختلف رسیدگی جنسی مولدین اردک‌ماهی دارای اختلاف معنی‌دار است. به‌طوری‌که حداکثر میزان هورمون استرادیول در فصل پاییز یعنی در زمان قبل از بلوغ نهایی اووسیت‌ها و تخم-ریزی، مرحله III رسیدگی جنسی و ویتلوژنز، بیشتر از سایر فصول بوده است (شکل ۱) و در اوایل دوران تخم‌ریزی میزان آن کاهش می‌یابد. بروز ویتلوژنز نشان‌دهنده فعالیت سلول‌های کبدی است. این افزایش یکباره ۱۷-بتااسترادیول بیانگر وقوع یکباره تخم‌ریزی است. این نتیجه در مطالعات دیگر از جمله Abbasi و همکاران (2007) روی ماهی هامور معمولی و نیز Shafiei Sabet و همکاران (2008) روی ماهی سفید دریای خزر به اثبات رسیده است. در این مطالعات میزان استرادیول در

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1397.5.1.7.5]
[DOI: 10.29252/nbr.5.1.65]



شکل ۱- تغییرات غلظت هورمون ۱۷-بتا استرادیول در کلاسه‌های طولی (میانگین±انحراف معیار) مولدین اردک ماهی.

Fig. 1. Changes of 17β-estradiol (mean ± SD) in longitudinal classes of pike brood stocks.

حروف انگلیسی غیرمشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح P<۰/۰۵.

Different letters in the same column indicate a significant difference P<0.05.



شکل ۲- تغییرات غلظت هورمون تستوسترون در کلاسه‌های طولی (میانگین±انحراف معیار) مولدین اردک ماهی.

Fig. 2. Changes of testosterone (mean ± SD) in longitudinal classes of pike brood stocks.

حروف انگلیسی غیرمشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح P<۰/۰۵.

Different letters in the same column indicate a significant difference P<0.05.



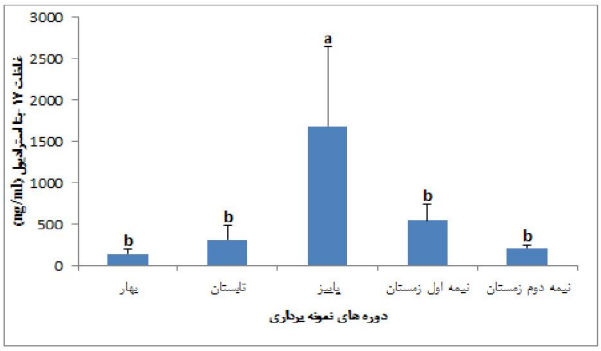
شکل ۳- تغییرات غلظت هورمون ۱۷-آلفاهیدروکسی پروژسترون در کلاسه‌های (میانگین±انحراف معیار) طولی مولدین اردک ماهی.

Fig. 3. Changes of 17α-hydroxy progestrone (mean ± SD) in longitudinal classes of pike brood stocks.

حروف انگلیسی غیرمشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح P<۰/۰۵.

Different letters in the same column indicate a significant difference P<0.05.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1397.5.1.7.5]
[DOI: 10.29252/nbr.5.1.65]

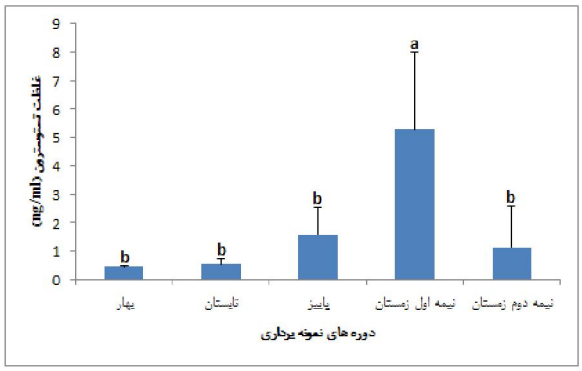


شکل ٤- تغییرات غلظت هورمون ۱۷-بتااسترادیول (میانگین±انحراف معیار) در فصول مختلف مولدین اردک ماهی.

Fig. 4. Changes of 17β-estradiol (mean ± SD) in different seasons of pike brood stocks.

حروف انگلیسی غیرمشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح P<۰/۰۵.

Different letters in the same column indicate a significant difference P<0.05.



شکل ٥- تغییرات غلظت هورمون تستوسترون (میانگین±انحراف معیار) در فصول مختلف مولدین اردک ماهی.

Fig. 5. Changes of testosterone (mean ± SD) in different seasons of pike brood stocks.

حروف انگلیسی غیرمشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح P<۰/۰۵.

Different letters in the same column indicate a significant difference P<0.05.



شکل ٦- تغییرات غلظت هورمون ۱۷-آلفاهیدروکسی‌پروژسترون (میانگین±انحراف معیار) در فصول مختلف مولدین اردک ماهی.

Fig. 6. Changes of 17α-hydroxy progestrone (mean ± SD) in different seasons of pike brood stocks.

حروف انگلیسی غیرمشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح P<۰/۰۵.

Different letters in the same column indicate a significant difference P<0.05.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1397.5.1.7.5]
[DOI: 10.29252/nbr.5.1.65]

طول سال دارای اختلاف و بیشترین سطوح آن قبل از تخم‌ریزی بوده است. میزان هورمون تستوسترون مولدین اردک‌ماهی در نیمه اوّل زمستان، مرحله IV رسیدگی جنسی و پس از زرده‌سازی، بیشتر از سایر فصول بوده است. این نتایج با بررسی Sulistyo و همکاران (1998) روی ماهی سوف و Abbasi و همکاران (2007) روی هامور معمولی مطابقت دارد. Abbasi و همکاران (2007) در بررسی روی ماهی هامور معمولی، ارتباط بین هورمون تستوسترون و استرادیول را بیان کردند. به‌طوری که در مراحل ابتدایی بلوغ نهایی اووسیت‌ها، همزمان با افزایش GTH-II، میزان هورمون‌های استرادیول و تستوسترون نیز افزایش می‌یابد و در مراحل پایانی بلوغ نهایی اووسیت (مرحله چهار جنسی) میزان استرادیول کاهش و تستوسترون افزایش می‌یابد. در مرحله قبل از تخم‌ریزی که میزان هورمون استرادیول افزایش می‌یابد، هورمون تستوسترون نیز افزایش می‌یابد. در حالی که در مرحله بلوغ نهایی اووسیت‌ها، میزان استرادیول کاهش ولی میزان تستوسترن افزایش می‌یابد. در بررسی حاضر روی اردک ماهی نیز نتیجه مشابه بدست آمده است. هورمون پروژسترون و مشتقات آن از طریق گنادوتروپین‌ها روی سلول‌های فولیکولی تخمدان سنتز می‌شوند و با تأثیر بر بلوغ اووسیت‌ها عمل خود را نشان می‌دهند. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین میزان پروژسترون در نیمه دوم زمستان، مرحله V رسیدگی جنسی است. به‌طورکلی، میزان این هورمون در زمان ویتلوژنز و در زمان تخمک‌گذاری که اووسیت‌ها در مراحل نهایی بلوغ هستند، زیاد است. مشابه این نتیجه در بررسی Abbasi و همکاران (2007) روی ماهی هامور معمولی و Sabet Shafiei و همکاران (2008) روی ماهی سفید دریای خزر بدست آمد. بنابراین، می‌توان از پروژسترون به‌عنوان شاخصی برای تشخیص مرحله V رسیدگی از مراحل دیگر استفاده کرد (Kousha *et al.*, 2009).

با توجه به مطالعه انجام شده، می‌توان بیان کرد که اردک ماهی دارای تخم‌ریزی یکباره بوده و روند تکاملی گناد به گونه‌ای 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. همچنین اواسط فصل پاییز زرده‌سازی کامل می‌گردد و تخم‌ریزی در اواخر فصل زمستان صورت می‌گیرد (Epler *et al.*, 2008). بیشترین میزان استرادیول در قبل از تخم‌ریزی و در زمان زرده‌سازی است و بیشترین مقدار تستوسترون بعد از زرده‌سازی و بیشترین میزان پروژسترون در زمان بلوغ جنسی و فصل تخم‌ریزی است. همچنین، طی مراحل رشد و تکامل گنادی در فصول مختلف، تغییراتی در میزان و نوع هورمون‌های جنسی موجود در سرم خون ماهیان رخ می‌دهد. بنابراین، نوسانات هورمون‌های جنسی استروئیدی می‌تواند به‌عنوان شاخصی از فعالیت جنسی در ماهی‌ها و تعیین زمان تخم‌ریزی در آنها باشد. دانش و آگاهی درباره استروئیدهای جنسی می‌تواند باعث سهولت توسعه و روش‌های کنترل تولیدمثل ماهیان شد؛ و همچنین، راندمان حفظ، بازسازی، تکثیر و پرورش این ماهیان ارزشمند را افزایش داد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مهندس حمیده ذکریائی و مهندس فاطمه حسین‌پور دلاور از دانشکده شیلات و محیط زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

Abbasi, F., Oryan, S. and Matin Far, A. 2008. The changes in sex hormones during ovarian development stages of *Epinephelus coioides* in Persian Gulf. – Iranian J. Res. Dev. Lives. Aquac. 79: 72-80.

Abbasi, F., Oryan, S. and Matin Far, A. 2007. Interaction of ovarian development and gondal hormons in *Epinephelus coioides* in Persian Gulf. – Pajouhesh and Sazandegi 79: 72-80.

Abdali, A. and Naderi, M. 2008. Role of rivers in biodiversity of the Caspian see fish conservation. – The First Conference of National-Regional of the Caspian Sea Ecology, 11th and 12th June, 8pp

Agahama, Y.N. and Yamashita, M. 2008. Regulation of oocyte maturation in fish. – Devlop. Growth. Differ. 50: 195-219.

Aremen, T.A. and Gay, C.V. 2000. Simultaneous detection and functional response of testosterone and estradiol receptors in osteoblast plasma membranes. – J. Cell. Bio. 79: 620-627.

Berg, A.H., Thomas, P. and Olsson, P.E. 2005. Biochemical characterization of the arctic chars (*Salvelinus alpinus*) ovarian progestin membrane receptor. – Repro. Bio. Endo. 3: 58-64.

Drummond, A.E. 2006. The role of steroids in follicular growth. – Repro. Bio. Endo. 4: 12-16.

Epler, P., Euszczek-Trojnar, E., Socha, M., Szcz-erbik, P., Sokoowska-Mikoajczyk, M. and Popek, W. 2008. Growth rate and histological picture of the gonads in pike, *Esox lucius* and pikeperch, *Sander lucioperca*, from the tresna reservoir (Lake Ywieckie). – Arc. Pol. Fish. 16 Fasc, 2: 147-154.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1397.5.1.7.5]
[DOI: 10.29252/nbr.5.1.65]

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1397.5.1.7.5]
[DOI: 10.29252/nbr.5.1.65]

Johnson, A.K., Thomas, P. and Wilson, J.R. 1998. Seasonal cycles of gonadal development and plasma sex steroid levels in *Epinephelus morio* a protogynous grouper in the eastern Gulf of Mexico. – J. Fish. Bio. 52: 502-518.

Katz, Y. and Eckestein, B. 1974. Changes in steroid concentrations in blood of female *Tilapia aurea* (Teleostei, Cichlidae) during initiation of spawning. – J. Endo. 95: 963-966.

Kousha, A., Askarian, F., Yousefian, M., Ghate, H.V. and Ghole, V.S. 2009. Annual fluctuation of sex steroid hormones in pre-spawning female kutum (*Rutilus frisii kutum*). – World. J. Fish. Mar. Sci. 1: 65-73.

Lee, W.K. and Yang, S.W. 2002. Relationship between overian development and serum levels of gonadal steroid hormones and induction of oocyte maturation and ovulation in the culture female Korean spotted sea bass (*Lateolabrax maculates*) (Jeomnongeo). – Aquacu. 207: 169-183.

Li, L.G., Liu, X.Ch. and Lin, H.R. 2007. Seasonal changes of serum sex steroids concentration and aromatase activity of gonad and brain in red spotted grouper (*Epinephelus akaara*). – Anim. Repro. Sci. 99: 156-166.

MacKenzie, D.S., Thomas, P. and Farrar, S.M. 1989. Seasonal changes in throid and reproductive steroid hormones in female channel catfish (*Ictalurus punctatus*) in pond culture. – Aquacu. 78: 63-80.

Matty, A.L. 1985. Fish Endocrinology. – Croom Helm London, 160 pp.

Miura, T., Yamauchi, K., Takahashi, H. and Nagahama, Y. 1991. Hormonal induction in all stages of spermatogenesis in vitro in the male Japanese eel (*Anguilla japonica*). – Proc. National. Acad. Sci. 88: 5774-5778.

Nagahama, Y. 1994. Endocrine regulation of gametogenesis in fish. – Int. J. Dev. Bio. 38: 217-229.

Nagahama, Y., Matsuhisa, A., Wamatsu, T., Sakai, N. and Fukaoa, S. 1991. A mechanism for the action 01 pregnant mare serum gonadotropin on aromatase activity in the ovarian 10Uicie of the medaca, *Oryzizs latipes*. – J. Exp. Zool. 259: 53-58.

Nagahama, Y., Goshikumi, M., Yamashita, M., Sakai, N. and Tanaka, M. 1993. Molecular endocrinology of oocyte growth and maturation in fish. – J. Fish. Physiol. Bio. 11: 3-14.

Pavlidis, M., Greenwood, L., Mourot, B., Kokkari, C., Le Menn, F., Divanach, P. and 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*). – Gen. Com. Endo. 118: 14-25.

Poortenaar, C.W., Hooker, S.H. and Sharp, N. 2001. Assessment of yellowtail king fish (*Seriola lalandi lalandi*) reproductive physiology, as a basis for aquaculture development. – Aquacul. 201: 271-286.

Semenkova, T., Barannikova, I., Kime, D.E., Mc Allister, B.G., Bayunova, L., Dyubin, V. and Kolmakov, N. 2002. Sex steroid profiles in female and male stellate sturgeon (*Acipenser stellatus*) during final maturation induced by hormonal treatment. – J. Appl. Ichthyol. 18: 375-381.

Shafiei Sabet, S. 2008. Effects of fish size and seasonal on gonadal steroid hormones and sexual maturation in brood stock of *Rutilus frisii kutum*. – Master's thesis, University of Agriculture Science and Natural Resources, Gorgan, Iran, pp: 96-102.

Shafiei Sabet, S., Imanpoor, M.R., Aminianfatide, B. and Gorgin, S. 2008. The study on some blood ionic and metabolic parameters in maturated and immature female's kutum (*Rutilus frisii kutum*) migrated to Sefid-rud estuary. – Vet. J. 84: 71-79.

Silversand, C., Johan Hyllaner, S. and Haux, C. 1993. Isolation, immunochemical detection and observations of the instability of vitellogenin from four teleosts. – J. Exp. Zool. 6: 587-597.

Sulistyo, I., Rinchard, J., Fontaine, P., Gardeur, J.N., Capdeville, B. and Kestemont, P. 1998. Reproductive cycle and plasma levels of sex steroids in female Eurasian perch (*Perca fluviatilis*). – Aqua. Liv. Resour. 3: 101-110.

Taghizadeh, V., Imanpoor, M.R. and Mehdinejad, N. 2013. Study the seasonal steroid hormones of common carp in Caspian Sea, Iran. – World J. Fish. Mar. Sci. 5: 282-285.

Vosoughi, G. and Mostajir, B. 2000. Freshwater fish. – Tehran University Press, 317 p.

Yooneszadeh, M., Fiezbakhsh, H., Bahmani, M., Kazemi, R., Pourdehghani, M., Ghaysar Karimlo, R., Mohammadian, T. and Saeidi, S. 2008. Sequential of sex steroids and cortisol levels in farmed stellet sturgeon (*Acipenser stellatus*) female brooders after induced ovulation by GnRH (Oca-Fact III). – Fish. J. 3: 1-9.

Yousefian, M. and Laloei, F. 2011. Genetic variations and structure of common carp (*Cyprinus carpio*) populations by use of biochemical, mitochondrial and microsatellite markers. – Middle-East J. Sci. Res. 7: 339-345.

Yousefian, M., Sheikholeslami Amiri, M., Hedayatifard, M., Dehpour, A.A., Fazli, H., Ghiaci, M., Farabi, S.V. and Najafpour, S.H. 2010. Serum biochemical parameter of male and female rainbow trout (*Onchorhychus mykiss*) cultured in Haraz River, Iran. – World J. Fish. Mar. Sci. 2: 513-518.

Zaprudnova, R.A. and Prozorovskaya, M.P. 1999. The change in concentrations of catecholamines and ions in tissues of Bream (*Abramis brama*) under stress. – J. Ichthyol. 39: 262-266.

*****

How to cite this article:

Imanpoor, M.R., Taghizadeh, V., Khodadoust, A. and Roohi, Z. 2018. Effect of fish size and seasonal changes on gonadal steroid hormones in pike brood stocks (*Esox lucius*). – Nova Biologica Rep. 5: 65-71.

ایمان‌پور، م.ر.، تقی‌زاده، و.، خدادوست، ع. و روحی، ز. ۱۳۹۷. تأثیر اندازهٔ ماهی و تغییرات فصل روی هورمون‌های استروئیدی گنادی در مولدین اردک ماهی. – یافته‌های نوین در علوم زیستی ۵: ۷۱-۶۵.