

مطالعه بافت شناسی و ساختار تخمدان اردک ماهی (*Esox lucius*) تالاب انزلی

علی خدادوست¹، حسین خارا²، وحید تقی زاده³، محمد رضا ایمانپور³

1-دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، باشگاه پژوهشگران جوان، لاهیجان، ایران. alikhodadoust67@yahoo.com

2-استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات، لاهیجان، ایران.

3-استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده شیلات، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: 93/12/20 تاریخ پذیرش: 94/1/15

چکیده

مقدمه و هدف: اردک ماهی (*Esox lucius*) جزئی ماهیان با ارزش حوضه آبریز دریای خزر است که در برخی رودخانه‌ها با گیاهان آبی و در تالاب‌ها زندگی می‌کند. مطالعات انجام شده در شاخص‌های مهم بیولوژی تولیدمثل، از جمله مراحل رسیدگی گنادی مولدین این ماهی کمتر بوده در نتیجه هدف از این مطالعه بررسی بافت‌شناسی روند رشد و تکامل تخمدان اردک ماهی است.

روش کار: پس از بیومتری 50 ماهی در یک‌سال، به منظور بافت‌شناسی و تعیین مراحل رسیدگی جنسی تخمدان، نمونه‌های فیکس و رنگ آمیزی شده به کمک میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرار گرفتند.

یافته‌ها: مراحل رسیدگی جنسی نشان داد که گناد اردک ماهی از نوع تکامل هم‌زمان (Synchronous) می‌باشد. مراحل رشد و رسیدگی تخمدان 4 مرحله‌ای بوده و در نمونه‌ها مراحل II تا V رسیدگی جنسی مشاهده گردید. کمترین و بیشترین وزن تخمدان در فصل تابستان و زمستان، بالاترین قطر تخمک در زمستان، بیشترین تعداد تخمدان و همآوری مطلق در پاییز، بیشترین و کمترین شاخص وزنی گناد در نیمه اول زمستان و تابستان بود.

نتیجه‌گیری: یافته‌های بدست آمده نشان داد که اردک‌ماهی دارای تخم‌ریزی یک‌باره می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بافت شناسی، تخمدان، اردک‌ماهی، رسیدگی جنسی.

مقدمه

ارتباط بین تغییرات و مراحل تکامل گنادی با سطوح هورمون‌های استروئیدی، گنادها در پلازما ابزار ارزشمندی جهت فهم کنترل سیستم آندوکرینی فعالیت های تولیدمثلی در ماهیان استخوانی است. الگوی سالیانه هورمونی در ماهیان با مراحل رسیدگی جنسی ارتباط تنگاتنگی دارد (34). در حال حاضر مطالعات بافت‌شناسی در مورد بسیاری از پدیده‌های زیستی آبزیان نظیر تولیدمثل، به ابداع روش‌های نوین و موثر در جهت افزایش توان بهره‌وری از مولدین، افزایش تولید بچه ماهی و در نهایت راندمان بالاتر تکثیر و پرورش ماهیان منجر می‌شود؛ تعیین دوره تخم‌ریزی و اوج تخم‌ریزی در ارزیابی و بهره‌برداری از ماهیان، شناخت ویژگی‌های زیستی و چرخه زندگی گونه‌هایی

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 ماهی‌ها اعم از اقتصادی و غیر اقتصادی به علت نقش مؤثری که در اکوسیستم‌های آبی ایفا می‌کنند از اهمیت و ارزش زیادی برخوردارند. با وجود کارهای بسیاری 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 (13). امروزه اهمیت سنجش تغییرات بیوشیمیایی و مطالعات بافت‌شناسی برای تعیین وضعیت فیزیولوژیکی، به منظور ارتقای راندمان تولیدمثل در پرورش ماهیان به اثبات رسیده است (12). برآورد

مساحت حوضه آبخیز تالاب 374000 هکتار است (5). مطالعات گسترده‌ای روی تغییر ساختار بافتی و مورفولوژی تخمدان در ماهیان استخوانی طی روند اووژنز توسط محققین مختلفی انجام شده است که می‌توان به مطالعه روی بافت‌شناسی لایه‌های مختلف تخمک ماهی ازون برون (*Acipenser stellatus*) (11)، مطالعه تشریحی و بافت‌شناسی مراحل رسیدگی تخمدان در کیلکای معمولی (*delicatula*)، مطالعه بافت‌شناسی و مورفولوژی تخمدان ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) در آب‌های استان خوزستان (خلیج فارس) (8)، بررسی ساختار بافت تخمدان تون هوور و زرده استان هرمزگان (خلیج فارس) (1)، بررسی اثرات اندازه ماهی و تغییرات فصلی روی مراحل رسیدگی جنسی و هورمون‌های استروئیدی گنادی مولدین ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*) (7)، تغییرات هورمون‌های تولیدمثلی ماهی شانک زردباله (*Acanthopagrus latus*) (12)، روند تکاملی تخمدان‌های جنس ماده ماهی سیم در منابع آبی ریبنسک (31) و بررسی نرخ رشد و تصاویر بافتی گناد ماهیان سوف و اردک‌ماهی در منابع آبی ترسنا (26) اشاره کرد. این مطالعه مراحل گنادی اردک‌ماهی را مورد بررسی قرار می‌دهد که مشابه مطالعات حاضر می‌باشد. مطالعه فوق جهت مقایسه روند تکاملی گناد اردک‌ماهی با سایر گونه‌ها و شناسایی ماهیان دارای روند تکاملی مشابه با اردک‌ماهی می‌باشد تا از اطلاعات حاصل از آن در جهت شناخت بهتر روند تکاملی اردک‌ماهی استفاده گردد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری اردک‌ماهیان از پاییز 1389 تا تابستان 1390 انجام گرفت. صید ماهیان با استفاده از تور

که صید می‌شوند، در مدیریت و بازسازی ذخایر نقش بسیار مهمی دارند (6، 3). اردک‌ماهی (*Esox lucius*)، جزئی ماهیانی با ارزش اقتصادی زیاد می‌باشد (13). از دیدگاه آبی‌پروری ارزش تکثیر اردک‌ماهی با تکثیر آزاد ماهیان جهت بازسازی ذخایر برابری می‌کند (28). اردک‌ماهی در آب‌های شور و لب‌شور اروپا و آمریکای شمالی یافت می‌گردد (42). این ماهی از ماهیان با فراوانی متوسط و جزئی ماهیان نیازمند حفاظت است، اما در سال‌های اخیر به علت تخریب زیستگاه طبیعی آن (آلودگی آب‌ها و از بین رفتن نی‌زارها) نسل آن رو به کاهش نهاده است؛ تخم‌ریزی یک‌باره بوده و در دمای آب حدود 8 تا 14 درجه سانتی‌گراد صورت می‌گیرد؛ دامنه سنی این ماهیان در تالاب انزلی 1 تا 8 سال می‌باشد (10). تالاب انزلی در جنوب شهر انزلی و جنوب دریای خزر، در موقعیت جغرافیایی 37 درجه و 29 دقیقه و 13 ثانیه عرض شمالی و 49 درجه و 18 دقیقه و 41 ثانیه طول شرقی قرار دارد؛ تالاب انزلی به واسطه اهمیت بسیار زیادی که از نظر اکولوژیکی، گیاه‌شناسی، جانورشناسی، لیمنولوژی و بیولوژیکی دارد و هم چنین به عنوان مهم‌ترین پشتوانه تکثیر ماهیان اقتصادی - شیلاتی دریای خزر و ارزش‌های متعددی که در رابطه با جذب گردشگر طبیعت، کنترل سیلاب - های منطقه و نهایتاً فراهم‌آوری امکانات ارتباط آبی در حمل و نقل منطقه دارد، دارای حساسیت ویژه‌ای است؛ متأسفانه در چندین دهه اخیر این تالاب ارزشمند عمدتاً به واسطه نوسانات سطح آب دریای خزر، ورود رسوبات فراوان، تخلیه عوامل آلاینده ناشی از افزایش جمعیت، 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 140 کیلومتر مربع و

AF: همآوری مطلق، n: تعداد تخمک های نمونه،
G: وزن تخمدان به گرم، g: وزن نمونه به گرم
نسبت گنادوسوماتیک (GSI) روش غیر مستقیمی
است که برای تخمین فصل تخم‌ریزی گونه‌ها به کار
می‌رود. برای این منظور از فرمول زیر استفاده می-
شود (22). شاخص گنادوسوماتیک (GSI) از رابطه
 $GSI = WG/WT \times 100$ که در آن WG وزن گناد و
WT وزن کل ماهی می باشد به دست خواهد آمد.

بافت شناسی گناد ماهیان

پس از تهیه ماهیان، نمونه‌هایی از سه قسمت
ابتدایی، میانی و انتهایی گناد برداشته و در محلول بوئن
قرار داده شد. پس از 48 ساعت، نمونه گنادها از
محلول بوئن خارج، پس از مراحل آبیگری و شفاف با
اتانول با درجات مختلف و کلروفرم، پارافینه و قالب
گیری (35، 17) و برش‌های بافتی به ضخامت 7
میکرون (14) تهیه و به روش هماتوکسیلین و
انوزین (H&E) رنگ آمیزی شدند (29). نمونه بافت‌ها
پس از رنگ‌آمیزی با میکروسکوپ نوری مورد مطالعه
قرار گرفتند. مرحله رسیدگی گنادها براساس روش
شش مرحله‌ای و بر مبنای شکل ظاهری و اندازه
اووسیت‌ها، لایه فولیکولی، دیواره سلولی، واکوئل،
هسته و هستک‌ها تعیین شد (جدول 1) (36). کلیه داده‌ها
به صورت میانگین \pm انحراف معیار بیان و وجود
اختلاف بین این داده‌ها در فصول مختلف نمونه‌گیری با
استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way
ANOVA) با نرم افزار SPSS 16 بررسی و در صورت
مشاهده اختلاف معنی دار بین گروه‌ها، از آزمون چند
دامنه دانکن (Duncan, 1955) برای مقایسه داده‌ها
استفاده شد. هم‌چنین از نرم افزار Excel 2010 برای
رسم نمودارها استفاده و اختلاف در سطح اطمینان 95
درصد ($P < 0/05$) محاسبه گردید.

گوشگیر و تله مخروطی به صورت تصادفی در نقاط
مختلف تالاب انزلی انجام پذیرفت (30). نمونه برداری
فصل پاییز در ماه آبان، فصل زمستان در اواسط بهمن و
اوایل اسفند (جهت تعیین زمان دقیق تخم‌ریزی در فصل
زمستان، دو بار نمونه گیری انجام شد)، 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.
بطوری که در مجموع 50 عدد اردک ماهی (در هر
نمونه برداری 10 عدد) به اندازه 345 تا 501 میلی‌متر
صید و به آزمایشگاه منتقل گردیدند. در آزمایشگاه
طول کل، طول استاندارد و طول چنگالی با استفاده از
تخته بیومتری (با دقت 1 میلی‌متر) و وزن ماهیان با
استفاده از ترازو (با دقت 1 گرم) و وزن گناد با استفاده
از ترازوی دیجیتال (با دقت 0/01 گرم) تعیین شد (24).
به منظور تعیین قطر تخمک، گنادها به سه قسمت
ابتدایی، میانی و انتهایی تقسیم شدند و در هر دو گناد
راست و چپ در هر قسمت به طور جداگانه حداقل سه
عدد تخمک به طور تصادفی برداشته و با کولیس به
دقت 0/02 میلی‌متر اندازه گیری انجام شد. در شمارش
تعداد تخمک در هر گرم کلیه تخمک‌ها با اندازه
متفاوت مورد شمارش قرار گرفتند (22). همآوری مطلق
با استفاده از روش وزنی و به صورت زیر انجام گردید.
تخمک‌های رسیده (مراحل رسیدگی IV تا VI)
در تخمدان هر ماهی ماده از توده تخمک‌های
غیررسیده و بافت‌های پیوندی جدا و بعد از تمیز و
خشک شدن (با استفاده از کاغذ خشک کن) توزین و
سپس تعداد تخمک‌های موجود در زیر نمونه شمارش و
همآوری مطلق براساس معادله زیر محاسبه گردید (22).

$$AF = \frac{nG}{g}$$

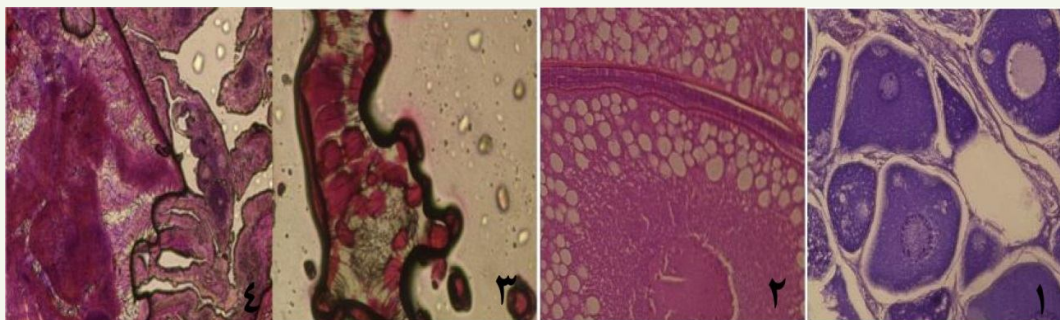
جدول 1- درجه بندی رسیدگی جنسی برای مولدین کل (30)

شرح	درجه رسیدگی	مرحله
اندام‌های جنسی بسیار کوچک و نزدیک به ستون مهره، بیضه‌ها و تخمدان‌ها شفاف، رنگ متمایل به خاکستری، تخم‌ها غیر قابل رویت با چشم غیر مسلح	نابلغ (Virgin)	I
بیضه‌ها و تخمدان‌ها نیمه شفاف، خاکستری، نصف یا کمی بیشتر از نصف طول محوطه شکمی، تخم‌های منفرد با ذره بین قابل رویت، ماهیان تخم‌ریزی کرده (در حال استراحت) نیز در این طبقه قرار می‌گیرند	نابلغ در حال رسیدگی (Maturing virgin)	II
بیضه‌ها و تخمدان‌ها تیره، متمایل به قرمز با مویزهای خونی، نصف محوطه شکم را اشغال نموده، و تخم‌ها با چشم غیر مسلح قابل رویت به صورت دان دان می‌باشند	در حال توسعه (Developing)	III
اندام‌های جنسی محوطه شکمی را پر کرده و بیضه‌ها سفید رنگ، مایع اسپرم در اثر فشار ریخته شده و تخم‌ها کاملاً گرد و بعضی نیمه شفاف و رسیده هستند	آماده تخم‌ریزی (Gravid)	IV
تخم و اسپرم با فشار اندک جاری شده، بیشتر تخم‌ها نیمه شفاف با تعدادی از تخم‌های روشن خارج می‌شوند	در حال تخم‌ریزی (Spawning)	V
تخمدان‌ها شل و چروکیده، محوطه شکمی کاملاً خالی و تخم‌ها تخلیه شده‌اند	تخم‌ریزی کرده (Spent)	VI

نتایج

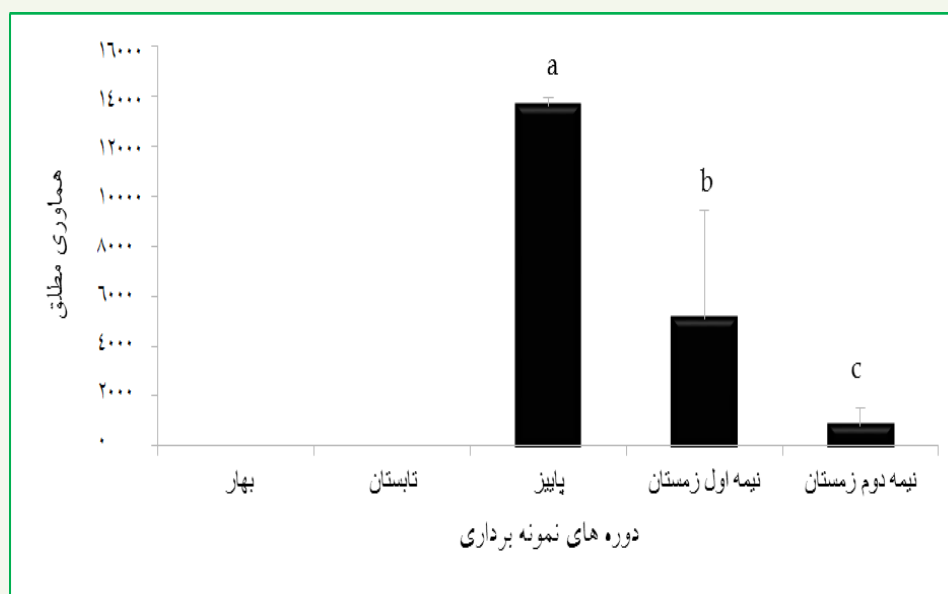
جنسی (شکل 1) و اردک ماهیان در نیمه دوم زمستان (اوایل اسفند ماه) در مرحله V رسیدگی جنسی (شکل 1) قرار دارند که این نشان‌دهنده آن است که تخم‌ریزی در اردک ماهی از اواسط زمستان آغاز می‌گردد. کمترین وزن تخمدان $0/4 \pm 0/01$ گرم در فصل تابستان و بیشترین وزن تخمدان $29/94 \pm 30/80$ گرم در فصل زمستان اندازه گیری شد. بالاترین قطر تخمک $2/33 \pm 0/02$ میلی‌متر در فصل زمستان و بیشترین تعداد در گرم تخمدان $2291 \pm 725/49$ در فصل پاییز بود (جدول 2). بیشترین همآوری مطلق $13609/34 \pm 315/06$ در فصل پاییز محاسبه گردید. البته در فصل بهار و تابستان به دلیل نارس بودن تخمدان محاسبه قطر تخمک، تعداد در گرم تخمدان و همآوری مطلق صورت نپذیرفت و امکان این که کم‌ترین میزان بررسی گردد، وجود نداشت (نمودار 1). روند تغییرات تدریجی شاخص وزن گناد (GSI) اردک ماهی ماده در طول دوره نمونه برداری نشان داد که شاخص وزنی گناد در فصل زمستان افزایش معنی داری را از خود نشان داده و این مقدار برابر $4/06 \pm 2/07$ بوده و پس از آن مقدار GSI افت نمود و کم‌ترین مقدار آن در فصل تابستان به میزان $0/08 \pm 0/01$ اندازه گیری شد (نمودار 2).

با توجه به نتایج به دست آمده از مقاطع بافتی در سه ناحیه ابتدایی، میانی و انتهایی تخمدان اردک ماهی اختلاف معنی داری در فراوانی تخمک‌ها مشاهده نشد ($P < 0/05$). بنابراین می‌توان بیان کرد که گناد اردک ماهی از نوع تکامل هم‌زمان (Synchronous) می‌باشد. با توجه به بررسی‌های به عمل آمده مراحل رشد و رسیدگی تخمدان اردک ماهیان صید شده در این مطالعه را می‌توان به 4 مرحله تقسیم نمود. این 4 مرحله عبارتند از: مرحله دوم (مرحله هستک‌های کناری)، مرحله سوم (مرحله وزیکول‌های زرده)، مرحله چهارم (مرحله دانه‌های زرده)، مرحله پنجم (مرحله بلوغ) که در شکل‌های 1 به شرح زیر نشان داده شده است. در این بررسی با توجه به این که ماهیان صید شده به بلوغ جنسی رسیده بودند مراحل II تا V رسیدگی جنسی مشاهده گردید. به طوری که اردک ماهیان در فصل بهار در مرحله II رسیدگی جنسی (شکل 1)، اردک ماهیان در فصل تابستان در مرحله II و III رسیدگی جنسی (شکل 1)، اردک ماهیان در فصل پاییز در مرحله III رسیدگی جنسی (شکل 1)، اردک ماهیان در نیمه اول زمستان (بهمن ماه) در مرحله IV رسیدگی



شکل 1- روند رشد و تکامل تخمدان اردک ماهی

1) اووسیت‌های مرحله II (هستک‌های کناری)، (20 X، 2) اووسیت‌های مرحله III (وزیکول‌های زرده)، (100 X، 3) اووسیت‌های مرحله IV (دانه‌های زرده)، (100 X، 4) اووسیت‌های مرحله V (مرحله بلوغ)، X.



نمودار 1- روند تغییرات همآوری مطلق (میانگین \pm انحراف معیار) در مولدین ماده اردک ماهی تالاب انزلی. حروف متفاوت بیان‌گر وجود اختلاف معنی‌دار ($P < 0/05$) است.

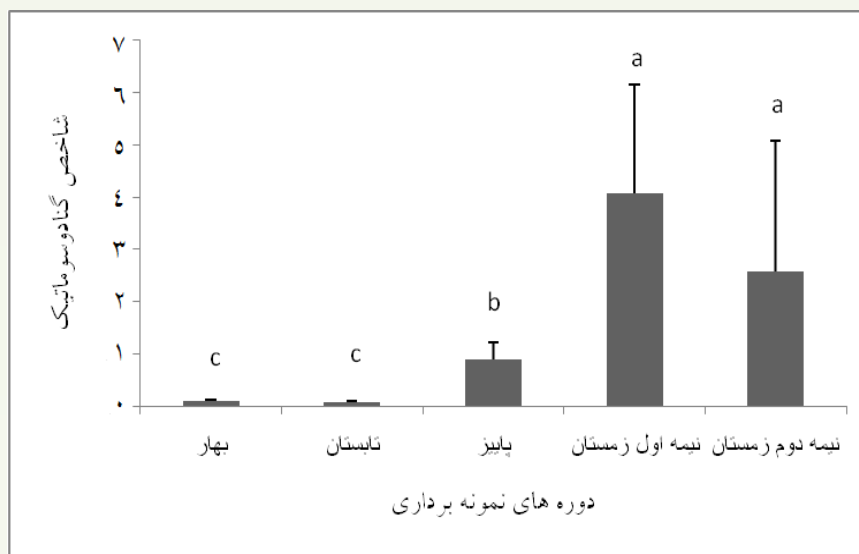
بحث و نتیجه گیری

هدف از این تحقیق آگاهی از بافت‌شناسی و ساختار تخمدان اردک ماهی می‌باشد. در مورد اردک ماهی تالاب انزلی، زمان تخم‌ریزی فصل زمستان (اواخر بهمن و اوایل اسفند) تخمین زده شد. زمان بندی، فراوانی و طول مدت تخم‌ریزی، رشد، میزان همآوری و اندازه و سن بلوغ وابستگی زیادی با محیط دارد (39). به طوری که همآوری تحت تاثیر سن ماهی، طول ماهی، وزن ماهی، اندازه تخم، تغذیه ماهی، فصل و شرایط محیطی

قرار گرفته است (33)، نیز همآوری بین جمعیت‌های گونه‌های مشابه متفاوت بود و از سالی به سال دیگر ثابت باقی نمی‌ماند (41). مطالعات نشان داد که همآوری کل اردک ماهی دریاچه کارامیک ترکیه 8975 تا 32157 می‌باشد (15). همآوری کل اردک ماهی دریاچه آپولیونت ترکیه 4784 تا 39652 تخم برای هر ماهی ماده بیان شد (23). مطالعات دیگری همآوری کل اردک ماهی را 524 تا 123896 (32) و 15741 ± 1486 (27) محاسبه نمود. هم‌چنین این مقدار را در دریاچه ایسیکلی

گنادوتروپین‌ها لایه سلولی تکا را به منظور تولید هورمون تستوسترون تحریک نموده و در ادامه، تستوسترون در لایه گرانولوزا به منظور تولید هورمون استروئیدی همانند استرادیول آروماتازه شده و سپس هورمون استرادیول از طریق رگ‌های خونی وارد کبد می‌شود و در آنجا کبد را به منظور تولید زرده تحریک می‌کند. در واقع فعالیت آروماتازی لایه گرانولوزا در دوره زرده‌سازی در بالاترین میزان قرار می‌گیرد (25)، (21، 16). زرده تولید شده توسط کبد از طریق جریان خون و طی مکانیسم‌های خاص و به صورت فرآیند انتخابی وارد تخمک شده و باعث افزایش قطر و رشد آن می‌شود (4). قطر تخم اردک ماهی بین 0/50 و 2/16 میلی‌متر در دریاچه کارامیک ترکیه (15)، 1/69 و 2/58 میلی‌متر در دریاچه کارامیک ترکیه (18) و 0/69 و 2/41 میلی‌متر در دریاچه ایسیکلی ترکیه گزارش شده است (40).

ترکیه 1845 تا 91944 تخم به ازای هر ماهی ماده محاسبه کردند (40). این مقدار برای ماهیان دریاچه کاپولوکایا ترکیه $19781/75 \pm 12051/09$ می‌باشد (20). همآوری مطلق اردک ماهیان تالاب انزلی بین 393/54 تا 13832/13 می‌باشد. یکی از عوامل بلوغ ماهیان استخوانی عوامل زیست محیطی از جمله نور، درجه حرارت، شوری آب و غیره است که این عوامل در شرایط مناسب، محور (H-P-G) (هیپوتالاموس، هیپوفیز، گناد) را فعال نموده و باعث روند رشد تخمک‌ها می‌شود (1). در ماهیان استخوانی رشد رسیدگی تخمک‌ها شامل مراحل مختلفی است که این مراحل تحت کنترل هورمون‌های مختلفی از جمله هورمون‌های گنادوتروپین، پروژسترون، تستوسترون و استرادیول می‌باشند (9). تغییرات قطر تخمک در ماهیان بدین صورت است که سلول‌های لایه تکا تحت تاثیر گنادوتروپین‌های ترشح شده از غده هیپوفیز مواد آندروژنی مانند تستوسترون ترشح می‌کنند؛ یعنی



نمودار 2- روند تغییرات شاخص گنادوسوماتیک (میانگین ± انحراف معیار) در مولدین ماده اردک ماهی تالاب انزلی. حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی دار ($P < 0/05$) است.

جدول 2- مقادیر شاخص‌های زیستی و همآوری مولدین ماده اردک‌ماهی در مراحل مختلف رسیدگی جنسی و تکامل گنادی

شاخص‌ها	مرحله رسیدگی (فصول)	میانگین \pm انحراف معیار
وزن (گرم)	II (بهار)	679/16 \pm 76/06
	II و II (تابستان)	450 \pm 9/89
	III (پاییز)	591/25 \pm 99/30
	IV (نیمه اول زمستان)	621/23 \pm 346/41
	V (نیمه دوم زمستان)	263/03 \pm 6/85
طول کل (میلی‌متر)	II (بهار)	457/33 \pm 21/19
	II و II (تابستان)	390 \pm 1/41
	III (پاییز)	407/75 \pm 28/24
	IV (نیمه اول زمستان)	426/66 \pm 64/80
	V (نیمه دوم زمستان)	359/66 \pm 16/16
قطر تخمک (میلی‌متر)	II (بهار)	-
	II و III (تابستان)	-
	III (پاییز)	0/81 \pm 0/06
	IV (نیمه اول زمستان)	1/85 \pm 0/15
	V (نیمه دوم زمستان)	2/33 \pm 0/02
تعداد در گرم تخمدان	II (بهار)	-
	II و III (تابستان)	-
	III (پاییز)	2291 \pm 725/49
	IV (نیمه اول زمستان)	196 \pm 41/03
	V (نیمه دوم زمستان)	130/66 \pm 13/65
وزن تخمدان (گرم)	II (بهار)	0/60 \pm 0/12
	II و III (تابستان)	0/4 \pm 0/01
	III (پاییز)	5/30 \pm 2/18
	IV (نیمه اول زمستان)	29/94 \pm 28/80
	V (نیمه دوم زمستان)	6/80 \pm 6/61

ماهی، تغییرات ماهانه مقادیر GSI و ضخامت تخم ادامه‌دار بود. بالاترین مقدار GSI در بهمن ماه و کم‌ترین آن تیر ماه بود و بعد از آن شروع به افزایش نمود. هم‌چنین مقدار حداکثر ضخامت تخم (1/99 میلی‌متر) در اسفندماه بود و تخمدان در اردیبهشت ماه خالی شده بود (20). همان‌طور که گفته شد شاخص گنادوسوماتیک اردک‌ماهی در زمان بلوغ افزایش یافته و هم‌زمان با این فرآیند، قطر تخمک نیز در بالاترین اندازه خود بوده است. مطالعات نشان داد که GSI با قطر تخمک ارتباط داشته و در زمان بلوغ نهایی

میانگین ضخامت تخم اردک‌ماهی را 2/15 در دریاچه یولابات ترکیه محاسبه کردند (27). ضخامت تخم اردک‌ماهیان بین 0/30 و 2/35 میلی‌متر در دریاچه کاپولوکایا ترکیه بیان شد (20). قطر تخمک اردک‌ماهیان تالاب انزلی از 0/76 تا 2/35 میلی‌متر می‌باشد. در این بررسی تغییرات شاخص گنادوسوماتیک افزایش قابل توجهی را در فصل زمستان نشان داد و بعد از آن افت نمود. پراکنش قطر تخمک‌ها در طول دوره نمونه‌برداری قابل توجه بوده و بیشترین قطر تخمک در زمستان مشاهده گردید. در مطالعه‌ای بر روی اردک-

اوسیت‌ها، حداکثر قطر تخمک با اوج GSI همراه می‌باشد (38). هم‌چنین نشان داده شد که GSI در ماهی سفید دریای خزر در طول دوره قبل از تخم‌ریزی به رشد خود ادامه می‌دهد (19). روند تغییرات تدریجی شاخص وزن گنناد (GSI) ماهی سفید ماده در طول دوره نمونه‌برداری نشان داد که شاخص وزنی گنناد در ماه بهمن روند افزایش تدریجی داشته و در طول ماه‌های اسفند و فروردین (شروع فصل تخم‌ریزی) افزایش معنی‌داری را از خود نشان داد و پس از آن مقدار GSI به‌طور ناگهانی افت نمود (7). نتایج این تحقیق با نتایج مطالعه اردک‌ماهی مطابقت دارد. به‌طوری‌که شاخص وزن گنناد (GSI) اردک‌ماهیان ماده در فصل زمستان (شروع فصل تخم‌ریزی) افزایش معنی‌داری را از خود نشان داد و پس از آن افت نمود. تحقیقات نشان می‌دهد که ماهیان استخوانی دارای دو نوع تخم‌ریزی هستند. نوع اول که در بیشتر ماهیان مانند قزل‌آلا و ماهیان آزاد دیده می‌شود تخم‌ریزی هم‌زمان (Synchronous) است. نوع دوم که در ماهیانی نظیر تون‌ماهیان دیده می‌شود تخم‌ریزی غیر هم‌زمان (Asynchronous) می‌باشد (1). مشاهدات میکروسکوپی بافت‌شناسی تخمدان و هم‌چنین منحنی روند تغییرات (GSI) در نمودار 1 بیان‌گر این مطلب است که تخمک‌های اردک‌ماهی در فصل تخم‌ریزی در یک دوره زمانی کوتاه مدت رها می‌شوند. از این رو این ماهی از لحاظ نحوه تخم‌ریزی جزئی‌گروه تخم‌ریزی یک‌باره تقسیم‌بندی می‌شود و دارای تخمدان از نوع تکاملی هم‌زمان (Synchronous) می‌باشد. معمولاً در این گونه ماهیان تنظیم تکامل تخمک واضح است و شامل دو بخش زرده‌سازی و بلوغ می‌باشد (37). ساختار بافت‌شناسی فولیکول‌های تخمدان در اردک‌ماهی با توجه به نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، شبیه به ماهیان استخوانی دیگر می‌باشد.

مطالعات روی سوف و اردک‌ماهی منابع آبی ترسنا لهستان در ماه‌های تیر و مرداد نشان داد که تخمدان‌ها در مرحله رشد پروتوپلاسمی (میانگین 80٪)، که مشخصه مرحله بلوغ II و آغاز آماده‌سازی تخمدان برای فصل تخم‌ریزی بعدی است، قرار داشتند؛ تعدادی از تخمک‌ها نیز در فرآیند زرده‌سازی (میانگین 17/7٪) که مشخصه مرحله بلوغ III است بودند (26). نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج مطالعه بافت‌گنناد اردک‌ماهی در تالاب انزلی هماهنگی دارد. به‌طوری‌که اردک‌ماهیان تالاب انزلی نیز در فصل تابستان در مرحله 2 و 3 بافتی قرار دارند. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این مطالعه، اردک‌ماهی دارای تخم‌ریزی یک‌باره بوده و روند تکاملی گنناد آن به این صورت است که در فصل بهار پس از تخم‌ریزی، گننادها دوباره شروع به رشد کرده و در تابستان دانه‌های زرده به همراه واکوئل‌های حاصل از فصل بهار مشاهده می‌شوند که این مشاهدات با نتایج مطالعه بر روی ماهی سوف و اردک‌ماهی در منابع آبی ترسنا لهستان مطابقت دارد. هم‌چنین در اواسط فصل پاییز زرده‌سازی کامل می‌گردد و تخم‌ریزی در اواخر فصل زمستان صورت می‌گیرد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله نگارندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از همکاری صمیمانه آقایان غضنفر مرادی نسب، فرزین جمال زاد و آقای قربان زاده جهت تهیه نمونه‌ها و آقای محمدرضا حیات بخش و مجید راستا جهت همکاری در فرآیند نمونه‌برداری، آقای مهندس ملکی در آزمایشگاه فدایی رشت و آقای مهندس علی نیا مسئول آزمایشگاه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان ابراز می‌دارند. هم‌چنین از زحمات بی‌دریغ آقایان وحید زادمجید، فردین شالویی و سرکار خانم

تشکر را داریم.

مینا رهبر جهت راهنمایی های صمیمانه شان کمال

منابع

- 1- ابدالی، س. 1385. بررسی ساختار بافت تخمدان تون هوور (*Thunnus tonggol*) و زرده (*Euthunnus affinis*) در استان هرمزگان (خلیج فارس). مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی. شماره 6/21، ص 45-59.
- 2- ابطحی، ب.، تقوی جلودار، ح.، یوسفیان، م.، فضل، ح. 1383. مطالعه تشریحی و بافت‌شناسی مراحل رسیدگی تخمدان در کیلکای معمولی (*Clupeonella delicatula*) جنوب دریای خزر (منطقه بابلسر). پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان. شماره 63، ص 47-54.
- 3- ایگدری، س. 1381. مطالعه بافت‌شناسی رشد مواد تناسلی جنس‌های نر و ماده سس ماهی بزرگ سر (*Barbus capito*). پایان نامه کارشناسی ارشد شیلات. دانشگاه تهران. دانشکده منابع طبیعی. 96 ص.
- 4- ایمانپور، م.ر.، زادمجید، و. 1387. مقدمه‌ای بر تکثیر ماهیان. گرگان: انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. 192 ص.
- 5- بهروزی راد، ب. 1387. تالاب‌های ایران. تهران: انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح. ص 565-580.
- 6- حسین زاده صحافی، ه.، سلطانی، م.، دادور، ف. 1380. زیست‌شناسی و تولید مثل ماهی شوورت (*Silago sihama*) در خلیج فارس. مجله علمی شیلات ایران. سال دهم. شماره 1. ص 37-54.
- 7- شفیع ثابت، س. 1387. اثرات اندازه ماهی و تغییرات فصل روی مراحل رسیدگی جنسی و هورمون‌های استروئیدی گنادی مولدین ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) (Nordmann, 1840). پایان نامه کارشناسی ارشد شیلات. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. دانشکده منابع طبیعی. 97 ص.
- 8- عباسی، ف.، عریان، ش.، متین فر، ع. 1384. بافت‌شناسی و مورفولوژی تخمدان ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) در آب‌های استان خوزستان خلیج فارس. پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان. شماره 66، ص 68-74.
- 9- عباسی، ف.، عریان، ش.، متین فر، ع. 1387. تغییرات هورمون‌های جنسی در طی مراحل رشد تخمدان ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) در خلیج فارس. پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان. شماره 79، ص 72-80.
- 10- عبدلی، ا.، نادری، م. 1387. تنوع زیستی ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر. تهران: انتشارات علمی آبزیان. 242 ص.
- 11- کاظمی، ر.، بهمنی، م.، رومانوف، آ. 1382. بافت‌شناسی لایه های مختلف تخمک ماهی ازون برون (*Acipenser stellatus*). مجله علمی شیلات ایران. سال دوازدهم. شماره 1. ص 93-102.
- 12- کریمی، ش. 1390. تغییرات هورمون‌های استروئیدی جنسی و بافت‌شناسی گناد در طول چرخه تولیدمثل ماهی شانک زردباله (*Acanthopagrus latus*). پایان نامه کارشناسی ارشد شیلات. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. دانشکده منابع طبیعی. 65 ص.
- 13- وثوقی، غ.م.، مستحیر، ب. 1371. ماهیان آب شیرین. تهران: انتشارات دانشگاه تهران. 317 ص.
14. Akhundov, M.M., Fedorov, K.Ye. (1995). Effect of exogenous estradiol on ovarian development in juvenile starlet (*Acipenser ruthenus*). Journal of Ichthyology, 33; 109-120.
15. Aksun, F.Y. (1987). The reproduction biology of Pike (*Esox lucius* L., 1758) in Karamik Lake. Doga Türk Zooloji Dergisi (in Turkish), 11(2); 67-75.
16. 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.
17. Bahmani, M., Kazemi, R. (1998). Histological study on gonad in juvenile reared sturgeon. Iranian Scientific Fisheries Journal, 1; 1-16.
18. Balik, B., Cubuk, H., Ozkok, R., Uysal, R. (2006). Reproduction properties of Pike (*Esox lucius* L., 1758) population in Lake Karamik (Afyonkarahisar/Turkey). Turkish Journal of Zoology, 30(1); 27-34.
19. Bani, A., Haghi, A. (2011). Temporal variations in haematological and biochemical

- kutum*. Ichthyological Research, 58; 126-133.
20. Benzer, S., Gül, A., Yilmaz, M. (2010). Breeding properties of Pike (*Esox lucius* L., 1758) living in Kapulukaya Dam Lake (Kirikkale, Turkey). African Journal of Biotechnology, 9(34); 5560-5565.
21. Berg, A.H., Thomas, P., Olsson, P.E. (2005). Biochemical characterizations of the Arctic char (*Salvelinus alpinus*) ovarian progesterone membrane receptor. Reproductive Biology and Endocrinology, 3(64).
22. Biswas, S.P. (1993). Manual of method in fish biology. South Asian Publisher publications Limited, 145.
23. Cubuk, H., Balik, I., Akyürek, M., Ozkok, E. (2000). Some biological properties of Pike population (*Esox lucius* Linnaeus, 1758) in Ulubat Lake. S.D.Ü. Egirdir Su Ürünleri Dergisi (in Turkish), 7; 108-118.
24. Deriso, R.B. (1980). Harvesting strategies and parameter estimation for an age structured model. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, 37; 268-282.
25. Drummond, A.E. (2006). The role of steroids in follicular growth. Reproductive Biology and Endocrinology, 4; 16.
26. Epler, P., Euszczyk-Trojan, E., Socha, M., Szczerbik, P., Sokołowska-Mikołajczyk, 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(2); 147-154.
27. Erdem, Ü., Atasoy, E., Emre, Y., Celiktaş, S. (2007). Some biological characteristics of Pike (*Esox Lucius* Linnaeus, 1758) in Lake Apolyont (Uluabat/Bursa-Turkey). Türk Sucul Yasam Dergisi (in Turkish), 3-5(5-8); 413-418.
28. Huet, M., Timmermans, J.A. (1986). Textbook of fish culture, breeding, cultivation of fish. 2nd edition. Fishing News Books, 438 p.
29. Hung, S.S.O., Groff, J.M., Lutes, P.B., Kofiflynn-Aikins, F. (1990). Hepatic and intestinal histology of juvenile white sturgeon fed different carbohydrates. Aquaculture, 87; 349-360.
30. Kesteven, G.L. (1960). Manual of field methods in fisheries biology. FAO Manuals of Fisheries Sciences, 1; 152.
31. Komova, N.I., Khal'ko, V.V. (2003). Comparative analyses of the biochemical composition of gonads in bream (*Abramis brama*) from different prespawning indices of the Caspian kutum, *Rutilus frisii* aggregations. Journal of Ichthyology, 43; 94-197.
32. Lenhard, M., Cakic, P. (2002). Seasonal reproductive cycle of Pike (*Esox Lucius*) from the river Danube. Journal of Applied Ichthyology, 18; 7-13.
33. Nikolsky, G.V. (1963). Ecology of fishes. Translated from Russian, Israel Scientific Program, 131 p.
34. Pavlidis, M., Greenwood, L., Mourot, B., Kokkari, C., Le Menn, F., Divanach, 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.
35. Pousti, I., Adib Moradi, M. (2003). Comparative histology and histotechnique. Tehran: University of Tehran Publications,
36. Rinchar, J., Kestemont, P. (1996). Comparative study of reproductive biology in single and multiple spawned cyprinid fish: Morphological and Histological features. Journal of Fish Biology, 49; 173-265.
37. Rinchar, J., Kesteven, P., Heine, R. (1997). Comparative study of reproductive biology in single and multiple spawned cyprinid fish. Journal of Fish Biology, 50; 169-180.
38. Sadovy, Y. (1999). Synopsis of biological data on the Nassau grouper, *Epinephelus strivatus* and Jew fish, *E. itajara*. NOAA technical report NMFS, 146 p.
39. Smith, B.B., Walker, K.F. (2004). Spawning dynamics of common carp in the River Murray, South Australia, shown by macroscopic and histological staging of gonads. Journal of Fish Biology, 64; 336-354.
40. Yagci, M., Alp, A., Uysal, R., Yegen, V., Yagci, A. (2009). Reproduction properties of Pike (*Esox lucius* L. 1758) population in the Isikli Dam Lake (Civril-Denizli/Turkey) (in Turkish). J. Fish. Sci, 3(3); 220-230.
41. Yildirim, A., Aras, M.S. (2000). Some reproduction characteristics of *Capoeta tinca* (Heckel, 1843) living in the Oltu Stream of Coruh Basin. Turkish Journal of Zoology, 24; 95-101.
42. Za'achowski, W. (2000). Pike In: Freshwater fishes of Poland. (Ed.) Brylińska, M. Wyd. PWN, Warszawa, 362-368 (in Polish).