

مطالعه ماکروسکوپی و بافت‌شناسی تکامل تخمدان ماهیان سوف حاجی‌طرخان (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758) در تالاب امیرکلایه لاهیجان

محمد وفاجوی‌دیانتی^۱، * حسین خارا^۱، علی بانی^۲، رضوان‌اله کاظمی^۳ و مریم صائمی‌کمساری^۴

^۱گروه شیلات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران، ^۲گروه شیلات، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران، ^۳مؤسسه تحقیقات

بین‌المللی ماهیان خاوریاری دکتر دادمان، رشت، ایران، ^۴گروه شیلات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

و عضو باشگاه پژوهشگران جوان، واحد لاهیجان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۱/۹/۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۱۷

چکیده

بررسی تعیین مراحل رسیدگی جنسی ماهی سوف حاجی‌طرخان براساس ۸۷ قطعه ماهی ماده صید شده از تالاب امیرکلایه لاهیجان از آذرماه سال ۸۹ لغایت آبان‌ماه سال ۹۰ انجام شد. به‌منظور انجام این آزمایش، پس از تشریح نمونه‌ها، گناده جنس ماده به‌صورت ماکروسکوپی تعیین مرحله گردید. سپس برای انجام مراحل بافت‌شناسی در فرمالین تثبیت شدند. برای مطالعات میکروسکوپی، برش‌های ۷-۵ میکرونی تهیه و به روش هماتوکسیلین و ائوزین رنگ‌آمیزی گردید. تغییرات حاصل از رسیدگی جنسی در گناده به ۶ مرحله تقسیم شدند که عبارتند از: نابالغ، پیش‌زرده‌سازی، زرده‌سازی اولیه، زرده‌سازی نهایی، اوولاسیون و مرحله پس از تخم‌ریزی. مطالعات نشان از تکامل یک اوولاسیون منفرد و یک دوره تخم‌ریزی کوتاه دارد مشاهدات بافت‌شناسی نشان دادند، دوره زرده‌سازی در ماهی سوف حاجی‌طرخان در تالاب امیرکلایه طولانی بوده و عدم وجود چندین مرحله رسیدگی تخمک در گناده و تخم‌ریزی کوتاه‌مدت در اسفندماه بیان‌کننده تخم‌ریزی کلی ماهیان است.

واژه‌های کلیدی: بافت‌شناسی، تالاب بین‌المللی امیرکلایه، تولیدمثل، لاهیجان، ماهی سوف حاجی‌طرخان

مقدمه

بررسی تعیین مراحل رسیدگی جنسی برای درک چگونگی تولیدمثل و فصل تخم‌ریزی بسیار مهم است (Brown-Peterson, ۲۰۰۹). مطالعات بیولوژیک مختلف انجام می‌شود تا این‌که مشخص شود هر گونه از ماهیان با توجه به فاکتورهایی که به ارث می‌برند (ژنتیکی و فیزیولوژی) یا فاکتورهای محیطی (دما، تغذیه) کدام استراتژی تولیدمثل را به‌کار می‌برند (Saborido Rey, ۲۰۰۹). مطالعات بافت‌شناسی گناده یکی از قابل‌اعتمادترین روش‌ها

برای ارزیابی استراتژی و تاکتیک‌های تولیدمثل و تاییدی بر مشاهدات ماکروسکوپی است (Saborido-Rey, ۲۰۰۹).

خانواده سوف‌ماهیان به‌طور گسترده در آب‌های نیمکره شمالی انتشار دارند، حدود ۹۰ درصد از ۱۶۰ گونه مربوط به این خانواده در آمریکای شمالی، در شرق کوه‌های راکی یافت می‌شوند. زیستگاه آن‌ها دریاچه‌ها و رودهای بزرگ است و از نظر قیمت هم در آمریکای شمالی و هم اوراسیا بسیار گرانبها هستند. در ایران پراکنش جمعیت‌های این گونه در رودخانه‌های منتهی به دریای خزر و تالاب‌هایی

* مسئول مکاتبه: h.khara1974@yahoo.com

پس از صید و انتقال ماهیان به آزمایشگاه، طول کل، طول چنگالی، طول استاندارد، وزن بدن و وزن گنادهای دقت اندازه‌گیری و ثبت شد. طول ماهیان با تقریب سانتی‌متر و وزن ماهیان با تقریب گرم اندازه‌گیری شد. روش بافت‌شناسی (روش هماتوکسیلین ائوزین): برای تهیه اسلایدهای بافت‌شناسی از روش رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین استفاده شد. بافت‌ها پس از تثبیت شدن در فرمالین ۴ درصد، آبگیری، مراحل شفاف‌سازی، پارافینه کردن، قالب‌گیری، برش، رنگ‌آمیزی بافت انجام شد. در ابتدا برش طولی و عرضی از بافت گنادهای تهیه و در سبدهای بافت قرار داده شد. برای آبگیری به ترتیب از الکل‌هایی با درجات مختلف ۵۰، ۷۰، ۸۰، ۹۶ و ۹۶ (هر کدام به مدت نیم ساعت) عبور داده شد. سپس نمونه‌ها به مدت یک ساعت در پارافین در انکوباتور ۵۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. در مرحله قالب‌گیری نمونه بافت‌ها در داخل قالب ویژه قرار گرفته با استفاده از پارافین مذاب پوشانده شد. پس از سرد شدن قالب پارافین حاوی نمونه بافت جهت تهیه برش بافتی بود. سپس با استفاده از میکروتوم (Leica 820) برش‌های بافتی با ضخامت ۵-۷ میکرون تهیه شد. سریال بافتی سپس روی لام آزمایشگاهی قرار داده شد. لام‌های بافت‌شناسی در الکل‌های ۷۰، ۹۰، ۱۰۰ و آب مقطر، هماتوکسیلین (هر کدام به مدت ۴ دقیقه) قرار داده شد. سپس لام‌های بافت‌شناسی در معرض آب جاری به مدت ۵ دقیقه قرار گرفتند. لام‌های بافت‌شناسی سپس از الکل ۷۰ درجه به مدت ۳ دقیقه، و ائوزین به مدت ۱۰ دقیقه گذرانده شد. سپس لام بافت‌شناسی از الکل ۹۰ درجه و ۱۰۰ درجه (هر کدام به مدت ۳ دقیقه) عبور داده شد. در انتها لام بافت‌شناسی در زایلین به مدت ۵ دقیقه قرار گرفت. سپس با چسب انتالن لامل به لام حاوی بافت چسبانده شد (Gutiérrez, ۱۹۶۷).

مثل امیرکلایه، انزلی یافت می‌شود (ستاری و همکاران، ۱۳۸۲).

تاکنون مطالعات بافت‌شناسی بر روی گنادهای ماهی سوف تالاب امیرکلایه صورت نگرفته و در این پژوهش سعی شده با بررسی بافت‌شناسی و مشاهده میکروسکوپی تخمک‌ها در دوره تخمک‌سازی مراحل رسیدگی جنسی ماهی سوف حاجی‌طرخان توضیح داده شود تا زمان دقیق تولیدمثل ماهی سوف را در تالاب امیرکلایه روشن سازد. تالاب امیرکلایه از سال ۱۳۴۹ شمسی (۱۹۷۱ میلادی) تحت حفاظت سازمان محیط زیست قرار گرفته و به‌عنوان پناهگاه حیات‌وحش انتخاب شده است. این تالاب با مساحت تقریبی ۱۲۳۰ هکتار در کنار دریای خزر در طول شرقی (۱۲'، ۵۰°) و عرض شمالی (۱۷'، ۳۷°) قرار دارد. امیرکلایه به دلیل تنوع مطلوب گیاهی و جانوری از محدود تالاب‌های آب شیرین جهان است که با دریای خزر حدود ۹۰۰ متر فاصله داشته و غیر از چشمه‌های جوشان زیرزمینی از هیچ رودخانه‌ای تغذیه نمی‌گردد و از این حیث منحصر به فرد می‌باشد.

هدف اصلی این مقاله تامین اطلاعاتی است روی بیولوژی تولیدمثل ماهی که در برگیرنده مشاهده میکروسکوپی و بافت‌شناسی تخمدان، تعیین فراوانی درصد فراوانی رسیدگی جنسی ماهیان در سنین و ماه‌های مختلف، زمان فصل تولیدمثل و طول دوره تولیدمثل برای برنامه‌های حفاظتی این ماهی است. در این مطالعه سعی شده با تاکید بر بافت‌شناسی تخمدان توانای ارزیابی در تغییرپذیری در زمان تولیدمثل را در جمعیت مورد بررسی قرار داد.

مواد و روش‌ها

در این بررسی تعداد ۸۷ قطعه ماهی سوف حاجی‌طرخان جنس ماده از تالاب امیرکلایه به‌وسیله تور گوشگیر با چشمه ۲۳-۲۱ میلی‌متر صید شدند.

نتایج

نتایج حاصل از زیست‌سنجی ۸۷ قطعه جنس ماده سوف تالاب امیرکلاهی در زمان تکامل گنادی از آذرماه ۸۹ لغایت آبان‌ماه ۹۰ در جدول ۱ نشان داده شده است (جدول ۱).

آنالیز آماری: داده‌های طول و وزن با آزمون کلموگروف اسمیرنوف و لون تست (-Kolmogrov-Smirnov & Levene test) آنالیز شد تا نرمال بودن داده‌ها مشخص شود ($P > 0/05$). همچنین آزمون انوا (ANOVA) نیز نشان‌دهنده تغییر در طول و وزن ماهیان در ماه‌های مختلف بود ($P < 0/05$).

جدول ۱- فاکتورهای زیست‌سنجی مولدین ماده سوف تالاب امیرکلاهی لاهیجان در سنین مختلف (تعداد ۸۷ قطعه).

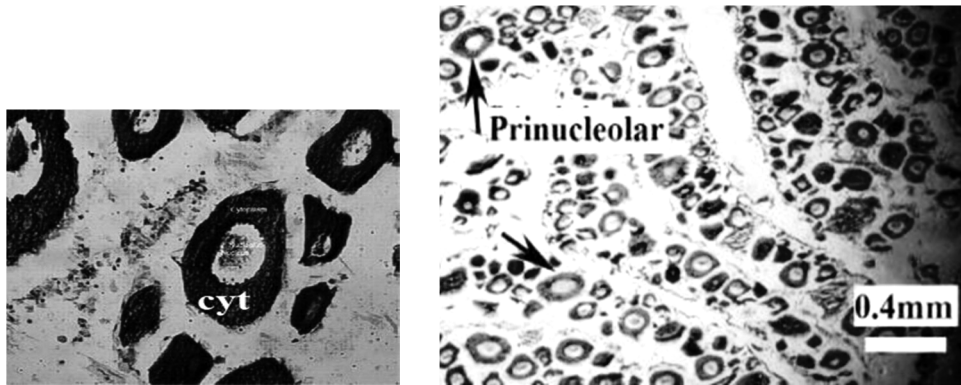
ماه‌ی سوف حاجی‌طرخان ماده	میانگین طول کل \pm انحراف معیار (سانتی‌متر)	میانگین طول چنگالی \pm انحراف معیار (سانتی‌متر)	میانگین طول استاندارد \pm انحراف معیار (سانتی‌متر)	میانگین وزن \pm انحراف معیار (گرم)
۲ (n=۱۶)	۱۴/۱۲۵ \pm ۰/۵۴۳ حداقل حداکثر	۱۳/۶۱۲۵ \pm ۰/۵۶۷۸ حداقل حداکثر	۱۲/۰۶۲۵ \pm ۰/۵۴۳۹ حداقل حداکثر	۳۸/۹۵ \pm ۵/۶۹۶۱ ۲۸/۲ ۴۷/۳
۳ (n=۱۵)	۱۷/۴۴۶ \pm ۱/۹۰۱ حداقل حداکثر	۱۶/۸۹۳۳ \pm ۱/۸ حداقل حداکثر	۱۵/۰۴ \pm ۱/۶۷۴ حداقل حداکثر	۷۸/۰۳ \pm ۲۱/۹۴۳ ۳۲ ۱۲۰/۵
۴ (n=۱۷)	۱۹/۸۲۳ \pm ۰/۶۳۵ حداقل حداکثر	۱۹/۰۸۸ \pm ۰/۵۳۷۲ حداقل حداکثر	۱۷/۰۸ \pm ۰/۶۱۸ حداقل حداکثر	۱۰۸/۳۸۲ \pm ۱۳/۴۷۲ ۹۲/۷ ۱۲۱/۶
۵ (n=۲۸)	۲۱/۹۸ \pm ۱/۲۶ حداقل حداکثر	۲۱/۲۵ \pm ۱/۱۳۴۴ حداقل حداکثر	۱۹/۰۸ \pm ۱/۱۳۸ حداقل حداکثر	۱۶۱/۵۶۰ \pm ۳۳/۴۸ ۱۳۵/۷ ۲۷۷/۴
۶ (n=۱۱)	۲۳/۶۳۶ \pm ۱/۰۹ حداقل حداکثر	۲۲/۸۶ \pm ۱/۰۹۷ حداقل حداکثر	۲۰/۶۸۱ \pm ۰/۹۰ حداقل حداکثر	۲۰۶/۳۲ \pm ۳۱/۹۳۸ ۱۵۰ ۲۶۸/۸

مرحله ۱ و ۲ در داخل تخمدان قابل تمایز بود. تخمک‌های مرحله ۴ از نظر ماکروسکوپی به رنگ زرد مشاهده شدند در این موقع تخمک‌های مرحله ۱ و ۲ هم در گناد وجود داشت. در مرحله ۵ تخمک‌ها به صورت شفاف مشاهده گردید و به وضوح از تخمک‌های مرحله ۱ و ۲ در داخل گناد قابل تمایز بود.

مشاهدات ماکروسکوپی تکامل گناد ماده: در مرحله ۲ فقط تخمک‌های مرحله ۱ و ۲ (Perinucleolar) و Chromatin nucleolar) در گناد وجود داشت که در مشاهدات در زیر لوپ (ماکروسکوپی) شفاف و بی‌رنگ دیده می‌شدند. در مرحله ۳ (Early vitellogenesis) یک گروه از تخمک‌ها شروع به زرده‌سازی اولیه نمودند که در مشاهدات ماکروسکوپی به رنگ سفید بودند و از تخمک‌های

میلی‌متر بود (شکل ۱). در تخمک‌های مرحله ۲ پیش‌زرده‌سازی (Previtellogenic) به‌علت وجود یک سیتوپلاسم ضخیم اطراف هسته قطر تخمک افزایش پیدا کرده و هستک‌ها به‌صورت دانه‌های سیاه‌رنگ در غشای داخلی هسته مشاهده شد.

مشاهدات میکروسکوپی تکامل گناده ماده (Kesteven, 1960; West, 1990) مرحله ۲ پیش‌زرده‌سازی (Previtellogenic): تخمک‌های (Perinucleolar) در تخمدان مرحله دوم سوف حاجی مشاهده شد. قطر تخمک کم‌تر از ۰/۳

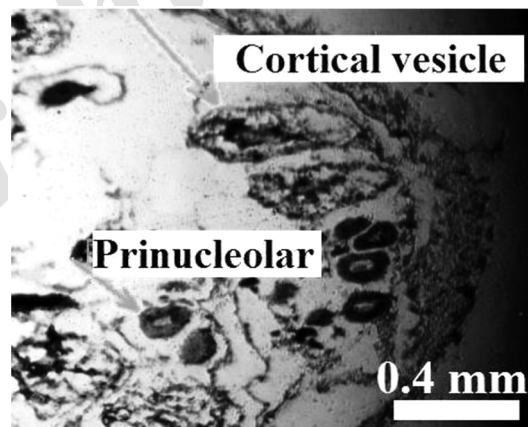


شکل ۱- مرحله ۲، پیش‌زرده‌سازی، فقط تخمک‌هایی با رشد اولیه Primary oocyte دیده می‌شود.

N: Nucleus, CYT: Cytoplasm

فولیکولی گرانولوزا، تکا (Granulosa, teca) و لایه شعاعی زونارادیاتا (Zona radiata) بود. قطر تخمک در مرحله ۳ بین ۰/۴-۰/۲۵ میلی‌متر بود.

مرحله ۳ (Early vitellogenesis): تخمک‌ها در شروع زرده‌سازی قرار داشتند (شکل ۲). از دیگر خصوصیات اووسیت مرحله ۳ ضخیم شدن سلول‌های



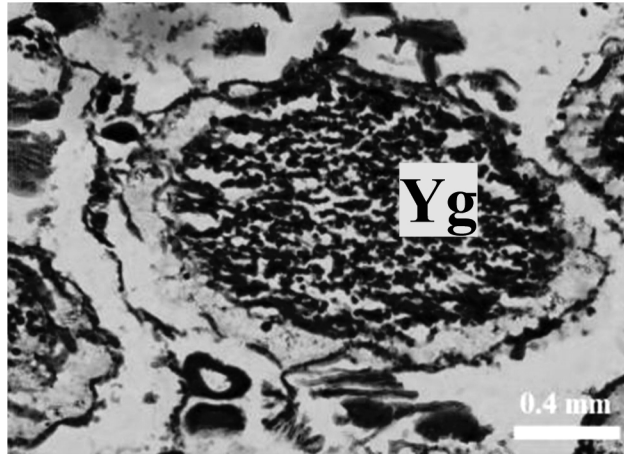
شکل ۲- مرحله ۳، زرده‌سازی اولیه، تخمک‌هایی با رشد اولیه و کورتیکال آلئولولی مشاهده شد.

خصوصیات تخمک‌ها، وجود دانه‌های زرده در داخل تخمک بود (شکل ۳). در این مرحله زرده‌سازی پیشرفت بیشتری داشتند و چربی به‌صورت دانه‌های

مرحله ۴ رسیدگی جنسی (Late vitellogenic): تخمک‌ها در دوره زرده‌سازی نهایی بود که در ماهی سوف حاجی طرخان از آبان تا بهمن‌ماه ادامه داشت. از

به همدیگر بودند. تخمک‌ها بزرگ‌تر شده و قطر آن به ۱/۴ میلی‌متر رسید.

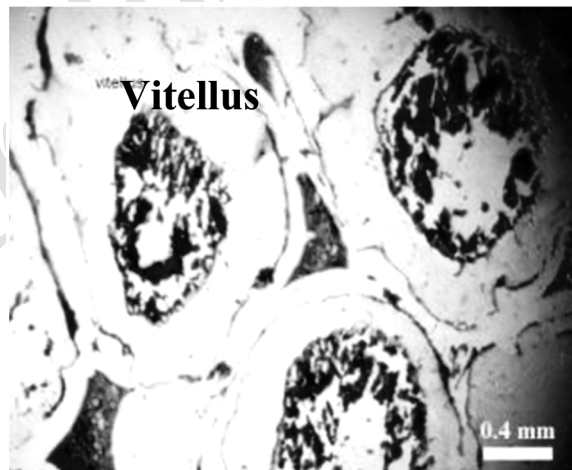
زرده (نارنجی) و لایه‌های اطراف سلول تخمک شامل لایه شعاعی زونارادیاتا و لایه‌های فولیکولی گرانولوزا و تکا عریض‌تر شده، قطرات زرده نیز در حال پیوستن



شکل ۳- مرحله زرده‌سازی Po: Primary vitellogenic oocyte Yg: Yolk globule

اطراف شفاف شده و در وسط هنوز گرانول‌های زرده وجود دارد. تخمک‌ها دارای قطری بین ۱/۷-۱/۱ میلی‌متر بود.

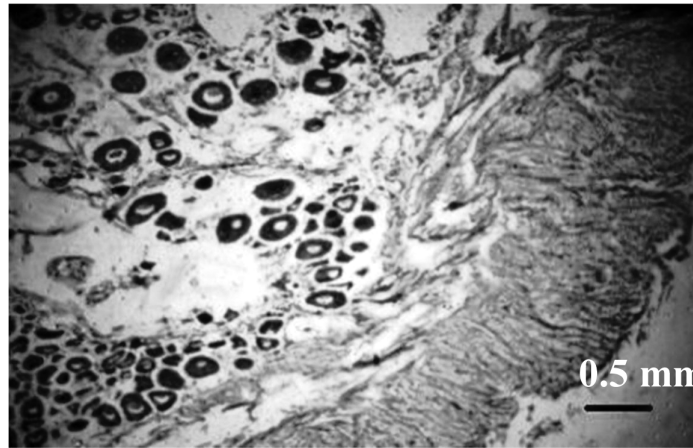
مرحله ۵ بلوغ نهایی (Final oocyte maturation): تخمک‌ها شفاف بوده و زرده تبدیل به یک توده همسان (vitellus) بود (شکل ۴). در شکل دیده می‌شود که کل تخمک هنوز شفاف نشده است و فقط



شکل ۴- مرحله ۵، بلوغ نهایی.

خاصی از نظر مشاهده ماکروسکوپی نمی‌شد قائل شد (شکل ۵). البته در کناره‌ها حالتی از جذب تخمک‌های باقی‌مانده از تخم‌ریزی قابل مشاهده است.

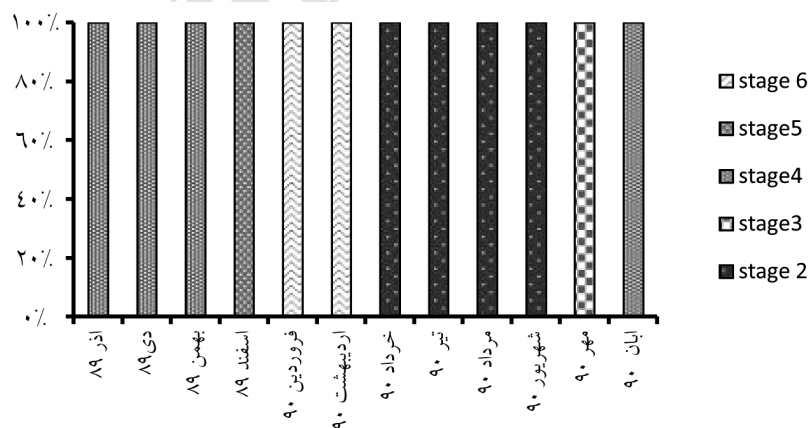
بعد از تخم‌ریزی مرحله ۶ (spent): تخمک‌های بجا مانده مرحله ۱ و ۲ (Residual oocyte) در بافت گنادی مشاهده شدند که شبیه مرحله ۲ بود و تمایز



شکل ۵- مرحله ۶، بعد از تخم‌ریزی: Po: Primary oocyte

گناد ماهی افزایش یافته و تغییراتی در داخل سلول تخمک صورت گرفت. ارتباط نزدیکی بین مقدار زرده‌سازی و اندازه قطر تخمک وجود داشت، همراه با افزایش در تجمع زرده در تخمک اندازه اووسیت‌ها شروع به افزایش نمود. البته این افزایش قطر تخمک نتیجه‌ای از تجمع ماده زرده‌ای (فسفولیپوپروتئین) و چربی در تخمک‌ها بود. مرحله ۵ رسیدگی تخمک‌ها هم در اسفندماه مشاهده شد.

مراحل رسیدگی جنسی گناد ماده: در این پژوهش از چندین معیار مختلف استفاده گردید تا رسیدگی گناد را توضیح دهد (Kesteven, ۱۹۶۰; West, ۱۹۹۰). در نهایت رسیدگی تخمک ماهیان به ۶ مرحله تقسیم شدند، ماهیان ماده از فروردین تا شهریورماه از نظر رسیدگی جنسی در مرحله ۲ قرار داشتند، در مهرماه در مرحله ۳ یعنی شروع زرده‌سازی خارجی بودند، مرحله ۴ یک مرحله تقریباً طولانی بود و از آبان تا بهمن‌ماه طول کشید، طی این دوره قطر تخمک در



شکل ۶- فراوانی مراحل رسیدگی جنسی گناد ماده سوف حاجی طرخان تالاب امیرکلاهی.

در مرحله زرده‌سازی داشتند. در حالی که بیش از $\frac{3}{4}$ ماهیان در ۵ سالگی در مرحله رسیدگی نهایی بودند.

درصد فراوانی رسیدگی جنسی ماهیان در سنین مختلف: مشاهدات نشان می‌دهد که ماهیان در ۳ سالگی و ۵ و ۲ سالگی به ترتیب بیش‌ترین فراوانی را

جدول ۲- فراوانی رسیدگی جنسی در ستین مختلف.

سن ماهیان ماده (سال)	مراحل رسیدگی جنسی ماهیان	در صد فراوانی سنی ماهیان در هر یک از مراحل رسیدگی جنسی تخمدان (درصد)				
		۲ سالگی	۳ سالگی	۴ سالگی	۵ سالگی	۶ سالگی
۲-۶	۲	۴/۳۴	۱۰/۸۶	۱۰/۸۶	۳۲/۶۴	۴۱/۳
۲	۳	۱۰۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۲-۶	۴	۲۹/۱	۳۳/۴	۴/۱۷	۲۹/۱۶	۴/۱۷
۵ و ۴	۵	۰/۰	۰/۰	۱۶/۶۶	۸۳/۳۴	۰/۰

بحث و نتیجه گیری

مطالعات بافت‌شناسی تخمدان ماهی سوف حاجی‌طرخان در تالاب امیرکلایه نشان داد که یک گروه از تخمک‌ها در تخمدان در طی دوره توسعه گنادی افزایش در اندازه یافتند و زرده‌سازی را توسعه دادند به طوری که یک گروه از تخمک‌های دوره پری نوکلنار در تخمدان باقی ماندند و توسعه نیافتند. این الگوی توسعه گنادی در یک دوره فصل تولیدمثلی نشان‌دهنده نوع تولیدمثل هم‌زمان گروهی *group synchronous* در تخمدان است. عدم وجود چندین مرحله رسیدگی تخمک در گناد و تخم‌ریزی کوتاه‌مدت در اسفندماه بیان‌کننده تخم‌ریزی کلی ماهیان *total spawning* می‌باشد. پیشرفت هم‌زمان دسته‌ای در گونه‌های معتدل سرد مثل قزل‌آلا (Tyler, 1990)، در گونه‌های آب‌های عمیق (Van Der Kraak و Pankhurst, 1996) و گونه‌های دریایی عرض‌های جغرافیایی بالا (North و White, 1987) بیش‌تر مشاهده می‌شود.

در بررسی غلامی (۱۳۷۶) که روی سوف تالاب انزلی انجام شد، زمان تخم‌ریزی، ماه‌های خرداد و تیر و در بررسی عباسی (۱۳۸۶) که روی سوف تالاب انزلی انجام شد زمان تخم‌ریزی، اواخر پاییز تا فروردین تعیین شد. اما در بررسی صائمی‌کمساری (۱۳۸۸) که روی سوف حاجی‌طرخان در تالاب انزلی صورت گرفت، تخم‌زایی و اسپرم‌سازی با کاهش دوره نوری شروع و یک افزایش ۳-۴ درجه‌ای دم‌ای

آب در اسفندماه باعث تحریک ماهیان به تخم‌ریزی شد. در سوف تالاب انزلی بیش‌ترین شاخص گنادی جنس ماده در بهمن‌ماه و کم‌ترین شاخص گنادی در شهریورماه مشاهده شد، در سوف تالاب امیرکلایه بیش‌ترین شاخص گنادی جنس ماده در اسفندماه و کم‌ترین شاخص گنادی در خردادماه مشاهده گردید. زمان تخم‌ریزی در دیگر مناطق جغرافیایی که در عرض‌های جغرافیایی بالاتر قرار گرفته‌اند در زمان دیرتری صورت گرفت. برای مثال در دریاچه *verse* (Ceccuzzi و همکاران، ۲۰۱۱) تخم‌ریزی در April اوایل بهار اتفاق افتاد. این تغییر در زمان تولیدمثل می‌تواند به علت تغییر در عرض جغرافیایی و در نتیجه آن تغییر در فاکتورهایی مثل دما که می‌تواند بر زمان تولیدمثل اثرگذار باشد.

در ماهی سوف تالاب امیرکلایه، دوره زرده‌سازی از آبان‌ماه شروع و در بهمن‌ماه که کم‌ترین دما مشاهده شد، زرده‌سازی کامل گردید و در اواخر اسفندماه با افزایش ناچیز دم‌ای آب، ماهیان نسبت به تخم‌ریزی تحریک شدند. زمان تخم‌ریزی ماهی سوف تالاب انزلی در اسفندماه اتفاق افتاد (Saemi و همکاران، ۲۰۱۳) که بیان‌کننده نحوه تخم‌ریزی تقریباً مشابه ماهی سوف تالاب امیرکلایه با تالاب انزلی است. در نتیجه تعیین زمان دقیق تولیدمثل ماهی سوف حاجی‌طرخان در تالاب امیرکلایه می‌تواند در آینده برای تکثیر مصنوعی این گونه مورد استفاده قرار گیرد.

کاملی از این موضوع داشته باشد و نیاز به مطالعات بیشتر در این زمینه می‌باشد. به هر حال این موضوع نیاز هرچه بیشتر حفاظت از این گونه ارزشمند در تالاب امیرکلابه را تاکید می‌کند به‌خصوص که دوره کوتاه تخم‌ریزی سوف حاجی‌طرخان تالاب انزلی می‌تواند بر آسیب‌پذیری بیشتر این گونه در مقابل صید بی‌رویه بیافزاید.

همچنین بررسی سن ماهیان در دوره رسیدگی جنسی ماهیان نشان می‌دهد که ماهیان ۵ ساله مهم‌ترین و بیش‌ترین درصد فراوانی را در رسیدگی نهایی نشان می‌دهند که این خود بیان‌کننده اهمیت آن و شاید عدم شرایط مناسب برای ماهیانی که در سنین پایین‌تر هستند باشد. البته تعداد کم نمونه‌ها در بعضی ماه‌های نمونه‌برداری احتمالاً نمی‌تواند تصور

منابع

- پورغلامی، الف، ۱۳۷۶. بررسی زیست‌سنجی ماهی سوف حاجی‌طرخان در تالاب انزلی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات دانشگاه آزاد واحد تهران شمال. ۱۰۳ ص.
- ستاری، م.، شاهسونی، د.، و شفیعی، ش.، ۱۳۸۲. ماهی‌شناسی ۲ (سیستماتیک). انتشارات حق‌شناس. ۵۰۲ ص.
- صائمی‌کمساری، م.، ۱۳۸۸. بیولوژی تولیدمثل ماهی سوف حاجی‌طرخان در تالاب انزلی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات دانشگاه آزاد واحد لاهیجان. ۷۱ ص.
- عباسی، ک.، ۱۳۸۶. بررسی زمان تخم‌ریزی و میزان همآوری در سوف حاجی‌طرخان (*Perca fluviatilis*) در منطقه تالاب انزلی. چکیده مقاله ارائه شده در همایش علمی و پژوهشی مطالعه تالاب‌ها و آب‌های داخلی کشور. دانشگاه آزاد واحد بندرانزلی. ۲۶-۲۴ آذر ۱۳۸۶.
- Brown-Peterson, N.J., Barbieri, L., Macewicz, B., Saborido-Rey, F., Tomkiewicz, J., and Wyansk, D., 2009. An improved and simplified terminology for reproductive classification in fishes. This study is developing to be submitted to the workshop on Gonadal Histology of fishes, cadiz, Spain, June 2009 and to be published in peer-review Journal on 2010.
- Ceccuzzi, P., Terova, G., Brambilla, F., Antonini, M., and Saroglia, M., 2011. Growth, diet and reproduction of Eurasian perch *Perca fluviatilis* L. in Lake Varese, northwestern Italy. Fisheries Sciences DOI: 10.1007/s12562-011-0353-8.
- Gutiérrez, M., 1967. Coloración histológica para ovarios de peces, crustáceos y moluscos. Inv. Pesq. 31, 265-271.
- Kesteven, G.L., 1960. Manual of field methods in fisheries biology. FAO Manuals in Fisheries Sciences. 1, 44-45.
- North, A.W., and White, M.G., 1987. Reproductive strategies of Antarctic fish. Proceedings of the Congress of European Ichthyology, 5, 381-90.
- Saemi Komsari, M., Bani, A., Khara, H., and Esmaili, H.R., 2013. Reproductive strategy of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) in Anzali wetland (Southwest of Caspian sea, Iran). J. Appl. Ichthyol. (In Press) doi: 10.1111/jai.12335.
- Saborido Rey, F., Murua, H., Tomkiewicz, and Barbieri, L., 2009. Female reproductive strategies: energetic balance between maturation, growth and egg production. Abstract for oral presentation, 4th workshop on Gonadal Histological of fishes. 12p.
- Tyler, C.R., Sumpter, J.E., and Witthames, P.R., 1990. The dynamics of oocyte growth during vitellogenesis in the rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Biol. Rep~vd. 43, 202-9.
- Van Der Kraak, G., and Pankhurst, N.W., 1997. Temperature effects on the reproductive performance of fish. In: Global Warming Implications for Freshwater and Marine Fish. (eds. D.G. McDonald and C.M. Wood), pp. 159-176. Cambridge University Press, Cambridge.
- West, G., 1990. Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 41 (2), 199-222.