اقیانوس‌شناسی/ سال پنجم/ شماره ۱۹/ پاییز ۱۳۹۳/۱۰/۷۰-۶۱

روند رسیدگی تخمدان ماهی کفشک تیزدندان (*Psettodes erumei*) در آب‌های ساحلی شمال خلیج فارس

زهرا آژ[۱]، ایمان سوری‌نژاد[۲*]، احسان کامرانی[۳]، مهدی قدرتی شجاعی[۴]

۱- گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی و جوی، دانشگاه هرمزگان، استان هرمزگان، بندرعباس، پست الکترونیکی: zahraazh@yahoo.com

۲- گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی و جوی، دانشگاه هرمزگان، استان هرمزگان، بندرعباس، پست الکترونیکی: sourinejad@hormozgan.ac.ir

۳- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم و فنون دریایی و جوی، دانشگاه هرمزگان، استان هرمزگان، بندرعباس، پست الکترونیکی: ezas47@gmail.com

۴- گروه زیست شناسی دریا، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، استان مازندران، نور، پست الکترونیکی: shojaei1359@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۸/۴ ** نویسنده مسوول* *تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۱۴*

© نشریه علمی ـ پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۳، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

روند رسیدگی تخمدان، شاخص گنادوسوماتیک و فراوانی مراحل باروری ماهی کفشک تیزدندان (*Psettodes erumei*) در آب‌های ساحلی خلیج فارس در استان هرمزگان به طور ماهانه ۳۰ قطعه ماهی از فروردین ماه تا اسفند ماه ۱۳۹۱ بررسی شد. با توجه به نتایج بافت‌شناسی تخمدان، پنج مرحله توسعه جنسی شامل نابالغ، در حال توسعه، در حال بلوغ، در حال تخم‌ریزی و مرحله تخم‌ریزی کرده در ماهیان مشاهده گردید. بالاترین درصد فراوانی مرحله ۴ رسیدگی گنادها در ماه‌های مهر و آبان و بیشترین میزان شاخص گنادی در آبان ماه به میزان ۱/۸۰ مشاهده شد. ماهی کفشک تیزدندان به‌لحاظ نحوه تخم‌ریزی در گروه تخم‌ریز یک دفعه‌ای قرار گرفته و دوره تخم‌ریزی آن در این منطقه از مهر ماه تا دی ماه ادامه داشته و اوج تخم‌ریزی آن در آبان ماه مشاهده شد. در این مطالعه نسبت جنسی ماده به نر ♀۲/۱۱: ۱♂ محاسبه شد که در مقایسه با نسبت استاندارد ۱:۱ اختلاف معنی‌داری را در سطح ۹۵٪ نشان داد ($P<0/05$).

کلمات کلیدی: *شاخص گنادی، بافت‌شناسی تخمدان، کفشک تیزدندان Psettodes erumei، خلیج فارس.*

۱. مقدمه

موفقیت تولید مثلی یکی از مهم‌ترین وقایعی است که می‌تواند سازگاری و بقای فرد، گونه و یا جمعیت را در مسیر تکامل میسر سازد. انجام تحقیقات در زمینه زیست شناسی تولید مثل گونه‌های مختلف آبزیان در مدیریت ذخایر و نیل به هدف بهره‌برداری پایدار ضروری است. بررسی‌های بافت‌شناسی در اغلب موارد به‌طور مستقیم و یا غیر مستقیم سهم قابل توجهی در جهت کسب

اطلاعات در زمینه زیست‌شناسی تولید مثل ماهیان دارد و برای شناخت دقیق‌تر چرخه زندگی و ارزیابی ذخایر آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد (Sparre et al., 1988). یکی از مهم‌ترین حیطه‌های علم بافت‌شناسی در ارتباط با مکانیسم تولید مثل آبزیان، مطالعات میکروسکوپی بافت‌شناسی گناد است (Booth and Weyl, 2000). بررسی بافت‌شناسی تکامل گناد در گونه‌های مختلف ماهیان و تعیین دوره تخم‌ریزی و مشخص نمودن زمان اوج تخم‌ریزی باعث برنامه‌ریزی بهتر جهت بازسازی ذخایر (Crook and Roberston, 1999)، تعیین حداقل اندازه صید مجاز (Appleford et al., 1998) و تعیین دوره ممنوعیت صید که هم‌زمان با دوره تخم‌ریزی است (McDowall, 1996) خواهد شد.

با توجه به اینکه وزن تخمدان قبل از آزادسازی تخمک معمولاً افزایش و سپس بعد از تخم‌ریزی کاهش می‌یابد، اغلب از وزن تخمدان و نسبت وزنی آن به وزن کل ماهی که شاخص گنادی نامیده می‌شود (GSI)[1] به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم ماکروسکوپی در مطالعات روند تکامل گناد ماهیان استفاده می‌شود (Biswas, 1993). مشخص نمودن زمان رسیدگی جنسی و تغییرات شاخص گنادوسوماتیک در طول سال، مانع از برداشت نا به هنگام و مخاطره آمیز آبزیان در طول فصل تخم‌ریزی می‌گردد و زمینه حفاظت بیشتر از ذخایر آبزیان را فراهم می‌سازد (Vincent and Sadovy, 1998; Abou-Seedo et al., 2003).

شناخت دقیق چرخه تولید مثل آبزیان اقتصادی جنوب کشور با توجه به سیاست بهره‌برداری منطقی و پایدار امری ضروری می‌نماید. با توجه به روند بهره‌برداری از منابع زیستی خلیج فارس کسب اطلاع در خصوص زیست‌شناسی تولید مثل ماهیان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ارکان مدیریت شیلاتی محسوب شده و در اعمال مدیریت در صید و تکثیر و پرورش گونه‌های دریایی بسیار با اهمیت است. در این ارتباط یکی از گونه‌های ارزشمند اقتصادی جنوب کشور به نام کفشک تیزدندان (*Psettodes erumei*) در پژوهش حاضر مورد بررسی قرار گرفته است. ماهی کفشک تیزدندان با نام انگلیسی Indian halibut از خانواده Psettodidae و از گونه‌های مهم تجاری خلیج فارس و دریای عمان و آبهای نزدیک ساحل محسوب می‌شود. این گونه بسترزی بوده و اغلب بر روی بسترهای شنی و گلی در آبهای نزدیک ساحل و مناطق فلات قاره‌ای و بیشتر در اعماق ۲۲ تا ۴۰ متر فراوان است، هرچند در آبهای دور از ساحل تا اعماق ۱۰۰–۳۰۰ متر هم گزارش شده است (اسدی و دهقانی پشترودی، ۱۳۷۵؛ Devadoss et al., 1977; Das and Mishra, 1990). گونه مورد نظر در آب‌های سواحل شمالی خلیج فارس و دریای عمان از نواحی بندر جاسک تا بندر لنگه و همچنین سواحل بوشهر پراکنش داشته و مقبولیت خاصی در بین ساحل‌نشینان از نظر استفاده خوراکی دارد. هدف مطالعه حاضر بررسی روند رشد و تکامل تخمدان ماهی کفشک تیزدندان در آبهای ساحلی خلیج فارس در استان هرمزگان با استفاده از مطالعات بافت‌شناسی و شاخص گنادی است تا بتوان ضمن تعیین دوره تخم‌ریزی و زمان اوج آن در گونه مورد نظر، اطلاعات لازم را جهت طرح و تدوین برنامه های شیلاتی مانند تعیین محدوده زمانی صید و اجرای برنامه های بازسازی ذخایر در اختیار مسئولان شیلات کشور قرار داد.

۲. مواد و روش‌ها

به‌منظور مطالعه بافت‌شناسی تخمدان ماهی کفشک تیزدندان، نمونه‌برداری ماهیان از آب‌های ساحلی خلیج فارس در استان هرمزگان به‌صورت ماهانه و تصادفی با صید ۳۰ قطعه ماهی در ۳ ماه و به‌مدت ۱۲ ماه از فروردین تا اسفند ماه ۱۳۹۱ انجام شد. در مجموع تعداد ۳۶۰ نمونه ماهی توسط شناورهای صیادی صید و به‌منظور بررسی تکامل گناد و تعیین شاخص‌های تولید مثلی به آزمایشگاه ماهی‌شناسی دانشگاه هرمزگان منتقل شد. وزن نمونه‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱گرم و طول آن‌ها توسط خط‌کش بیومتری با دقت ۰/۱ سانتیمتر اندازه‌گیری شد. پس از کالبد شکافی، محاسبه وزن گنادها به‌منظور تعیین شاخص گنادی با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم صورت گرفت. برای تعیین شاخص گنادی در طول دوازده ماه از فرمول ۱ استفاده شد (Biswas, 1993):

فرمول (۱) $GSI = (\text{وزن گناد}/\text{وزن بدن}) \times ۱۰۰$

سپس مراحل رسیدگی تخمدان به‌صورت ظاهری و ماکروسکوپی با بررسی محل قرار گرفتن، رنگ، وضوح یا عدم وضوح تخمک‌ها، چسبندگی تخمک‌ها، جاری بودن مواد تناسلی، اندازه و میزان فضایی که تخمدان در حفره شکمی اشغال می‌کند، رگهای خونی و اندازه آنها بر اساس کلید شناسایی ۵ مرحله‌ای بلوغ تعیین شد (Biswas, 1993). طبق این کلید، تخمدان‌ها بر

[1] Gonadosomatic Index

اساس شکل ظاهری به پنج مرحله تخمدان نابالغ (مرحله ۱)، تخمدان در حال توسعه (مرحله ۲)، تخمدان در حال بلوغ (مرحله ۳)، تخمدان رسیده یا در حال تخم‌ریزی (مرحله ۴) و تخمدان تخم‌ریزی کرده (مرحله ۵) تقسیم شدند. به‌منظور تعیین مراحل رسیدگی تخمدان در سطح میکروسکوپی، روش بافت‌شناسی کلاسیکِ پارافینه کردن مورد استفاده قرار گرفت. ابتدا قطعات کوچکی از ابتدا، انتها و وسط غده جنسی تهیه گردید. این قطعات پس از تهیه به‌مدت ۴۸ ساعت در محلول بوئن قرار داده شدند تا تثبیت شوند و سپس برای نگهداری تا مراحل برش‌گیری در الکل اتانول ۷۰ درصد قرار گرفتند (Chang et al., 1993). قطعات تخمدان پس از آماده سازی بافتی در پارافین قالب‌گیری شدند. آنگاه توسط میکروتوم برش‌های به ضخامت ۵ میکرون از آنها تهیه گردید. مقاطع تهیه شده پس از انتقال بر روی لام، به روش هماتوکسیلین و ائوزین رنگ‌آمیزی گردیدند (پوستی و ادیب مرادی، ۱۳۸۵؛ Presnell and Schreibman, 1997). سپس با لامل و چسب انتالن پوشانده شدند و به‌منظور شناسایی مراحل بلوغ جنسی ماهی بر اساس کلید پنج مرحله‌ای بلوغ مورد مطالعات میکروسکوپی قرار گرفتند (Biswas, 1993). مطالعات میکروسکوپی نمونه‌ها توسط میکروسکوپ نوری معمولی با بزرگنمایی ۱۰۰ و ۴۰۰ صورت گرفت و عکس‌برداری از نمونه‌ها نیز توسط میکروسکوپ و با استفاده از نرم افزار ASUS LIVE انجام شد. جهت تشخیص معنی‌دار بودن اختلاف تعداد نرها و ماده‌ها در نسبت جنسی قابل انتظار (۱ : ۱) از آزمون مربع کای (χ^2) در سطح اطمینان ۹۵٪ طبق رابطه ۲ استفاده شد. در تعیین نسبت جنسی، نمونه‌های کوچک که جنسیت آنها نامشخص است حذف شدند. در این فرمول، Oi: مشاهدات تجربی (نمونه‌گیری)، Ei: مشاهدات نظری (قابل انتظار) است. رسم نمودارها به کمک نرم‌افزار اکسل صورت گرفت و برای بررسی روند تکامل گنادی نیز از مشاهدات توصیفی استفاده گردید.

$$\chi^2 = \sum \frac{(Oi - Ei)^2}{Ei}$$ فرمول (۲)

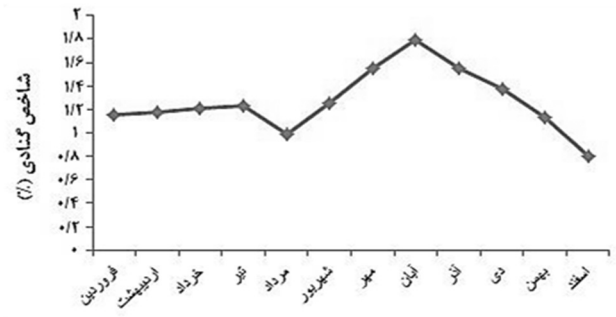
۳. نتایج

۳-۱. زیست‌سنجی و نسبت جنسی

بر اساس نتایج حاصل از زیست‌سنجی ۳۶۰ قطعه ماهی کفشک تیزدندان، میانگین طول کل ۹/۳۹±۳۸/۴۷ سانتیمتر بود و بیشترین و کمترین میانگین طول کل مشاهده شده به‌ترتیب در شهریور ماه (۶/۳۷±۴۵/۴۳ گرم) و در فروردین ماه (۲/۳۲±۲۳/۲۷ گرم) ثبت شد. میانگین وزن نمونه‌های بررسی شده ۷۵۶/۷۹±۹۸۶/۹۲ گرم بوده و بیشترین و کمترین وزن ثبت شده نیز به‌ترتیب در بهمن ماه (۱۳۵۸/۶۹±۱۵۴۰/۷۳ گرم) و فروردین ماه (۴۰/۱۳±۱۳۴/۵۲ گرم) به‌دست آمد. از ۳۱۴ ماهی قابل بررسی، تعداد ۲۱۳ عدد ماهی ماده و ۱۰۱ عدد ماهی نر بودند. در مجموع، ماهیان ماده ۶۷/۸۳ درصد نمونه‌ها و ماهیان نر ۳۲/۱۷ درصد نمونه‌ها را در تحقیق حاضر تشکیل می‌دادند. نسبت جنسی کل ماده به نر در ماهی کفشک تیزدندان ۲/۱۱ محاسبه گردید. آزمون آماری (χ^2) اختلاف معنی‌داری را بین مجموع تعداد ماده‌ها و نرها نشان داد ($P<0/05$). فراوانی جنس نر و ماده و نسبت جنسی نر به ماده در ماهی کفشک تیزدندان در یک سال نمونه‌برداری در جدول ۱ نشان داده شده است.

۳-۲. شاخص گنادی

میزان شاخص گنادی ماهی کفشک تیزدندان ماده در ماه‌های مختلف سال در آبهای ساحلی خلیج فارس در استان هرمزگان متفاوت است. از فروردین ماه تا تیر ماه میزان این شاخص کمی افزایش یافته است، هرچند این تفاوت تا تیرماه معنی‌دار نیست. از ماه شهریور سیر صعودی میزان شاخص گنادی آغاز می‌شود و در آبان ماه به اوج خود می‌رسد (شکل ۱). میانگین شاخص گنادی در طول دوره در ماهیان ماده ۱/۲۷ محاسبه شد.



شکل ۱: روند تغییرات ماهیانه شاخص گنادی ماهی کفشک تیزدندان ماده در آب‌های خلیج فارس در استان هرمزگان

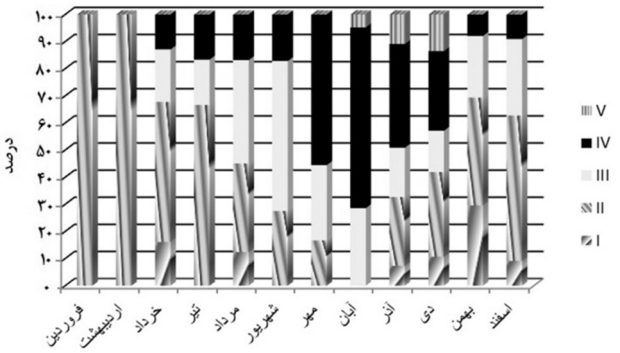
۳-۳. فراوانی مراحل رسیدگی تخمدان

از لحاظ ماکروسکوپی، بالاترین درصد فراوانی مرحله ۳ رسیدگی گنادها در ماه‌های مرداد و شهریور و بالاترین درصد فراوانی مرحله ۴ رسیدگی گنادها در ماه‌های مهر و آبان مشاهده شد.

جدول ۱: نسبت جنسی نر به ماده در ماهی کفشک تیزدندان به تفکیک ماه در آب‌های استان هرمزگان

	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	کل/میانگین
تعداد ماهی	۱۹	۲۹	۳۲	۲۴	۲۵	۲۵	۳۳	۲۷	۳۵	۲۹	۲۰	۱۶	۳۱۴
تعداد نر	۵	۲۵	۱	۱۲	۹	۳	۱۴	۶	۸	۶	۷	۵	۱۰۱
تعداد ماده	۱۴	۴	۳۱	۱۲	۱۶	۲۲	۱۹	۲۱	۲۷	۲۳	۱۳	۱۱	۲۱۳
نسبت ماده به نر	۲/۸	۰/۱۶	۳۱	۱	۱/۸	۷/۳	۱/۳۶	۳/۵	۳/۶	۳/۸	۱/۸۶	۲/۲	۲/۱۱

ماههای آذر و دی نیز دارای بالاترین درصد فراوانی مرحله پنج رسیدگی تخمدان بود. شکل ۲ درصد فراوانی مراحل رسیدگی جنسی ماهی کفشک تیزدندان را در آب‌های ساحلی خلیج فارس در استان هرمزگان در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری نشان می‌دهد.



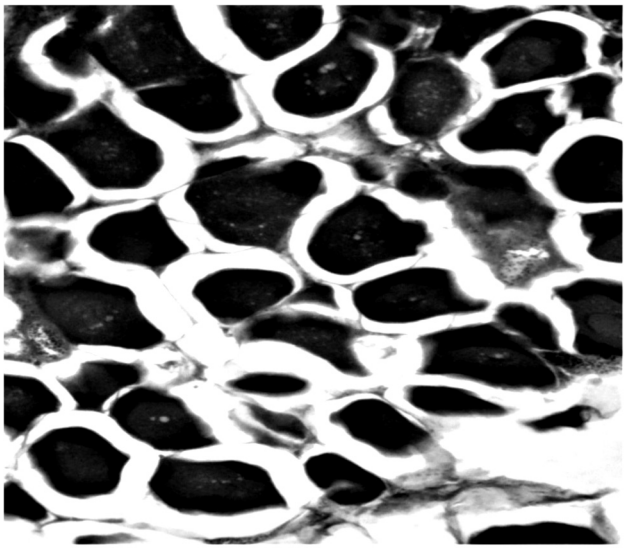
شکل ۲: درصد فراوانی مراحل رسیدگی تخمدان ماهی کفشک تیزدندان در آب‌های خلیج فارس در استان هرمزگان

۳-۴. *بررسی ماکروسکوپی و بافت‌شناسی تکامل تخمدان*

با توجه به بررسی ماکروسکوپی تخمدان و مطالعات میکروسکوپی مقاطع بافتی تخمدان، مراحل رشد و رسیدگی تخمدان ماهی کفشک تیزدندان را می‌توان به پنج مرحله تقسیم نمود. در مرحله یک جنسی (نابالغ)[1]، گنادهای نابالغ از نظر ظاهری کوچک و باریک و به رنگ کرم روشن بودند. از نظر بافت‌شناسی، این مرحله در اوایل رشد تخمدان وجود دارد و در آن مجموعه‌ای از اووگونی‌های کوچک از اپیتلیوم زاینده تشکیل می‌گردند. در این مرحله، اووسیت‌ها در کوچک‌ترین حالت خود قرار داشته و هسته بزرگی، اووسیت را اشغال کرده است. کروموزوم‌ها در این مرحله به شدت قلیادوست بوده و رنگ هماتوکسیلین را به خوبی جذب کرده و رنگ آبی تیره به خود می‌گیرند (شکل ۳).

[1] Virgin

در مرحله دو رسیدگی جنسی (تخمدان درحال توسعه)[2]، تخمدان‌ها به‌طور ظاهری به رنگ کرم پررنگ و قطر تخمدان بزرگ‌تر از مرحله قبلی بود. تخمدان‌ها نصف حفره شکمی را اشغال می‌کنند و پهن و ضخیم به‌نظر می‌آیند.

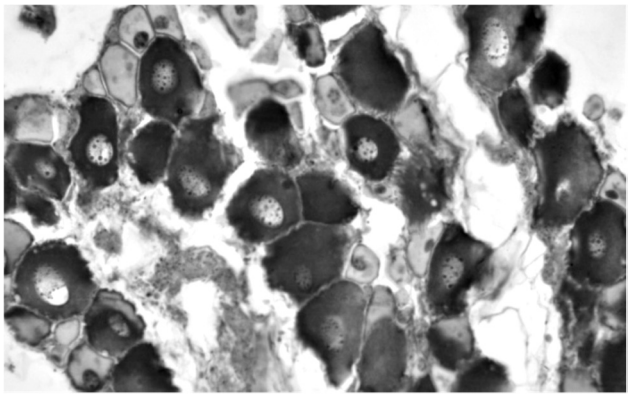


شکل ۳: اووسیت ماهی کفشک تیزدندان در مرحله ۱ رسیدگی جنسی (۴۰۰×)

در این مرحله، اووسیت‌ها توسعه یافته و کاهش قابل توجهی در نسبت هسته به سیتوپلاسم در مقایسه با مرحله قبل به‌وقوع می‌پیوندد. در مرحله دو رسیدگی جنسی اووسیت‌ها دارای هسته‌هایی بودند که در مرکز اووسیت قرار داشتند. در هسته اجسام زرده‌ای[3] به‌صورت پراکنده دیده می‌شدند و هستک‌ها نیز به غشای هسته چسبیده بودند (شکل ۴).

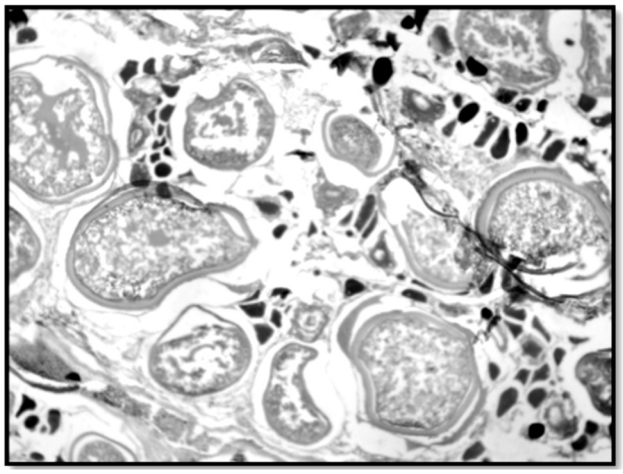
در مرحله سه رسیدگی جنسی (در حال بلوغ)[4] رنگ تخمدان قرمز یا قرمز مایل به قهوه‌ای است که به‌علت افزایش رگ‌های خونی است. حجم و وزن تخمدان افزایش یافته است و اووسیت‌ها بزرگ و به سادگی با چشم غیرمسلح دیده می‌شوند.

[2] Developing
[3] Yolk granules
[4] Maturing



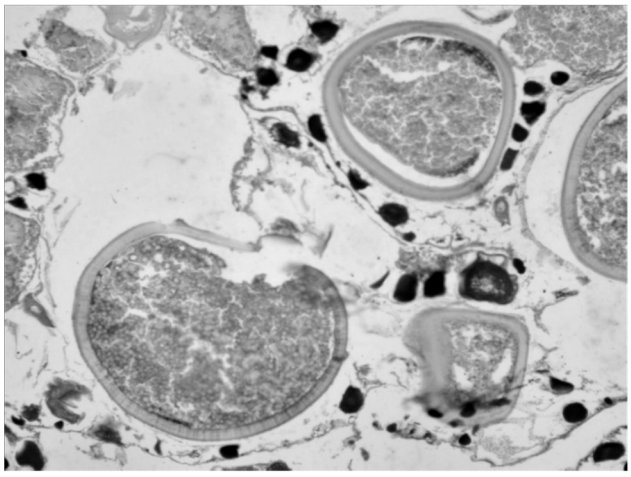
شکل ۴: اووسیت ماهی کفشک تیزدندان در مرحله ۲ رسیدگی جنسی (۴۰۰×)

در برش میکروسکوپی نیز در این مرحله هسته در مرکز اووسیت مشاهده شده و درصد کمتری از فضای داخل اووسیت را اشغال کرده بود. زرده سازی در این مرحله آغاز شده و اجسام زرده‌ای به هم متصل می‌شوند و گلبول زرده را تشکیل می‌دهند که به تدریج به میزان زیادی در اووسیت مشاهده می‌گردد. در این مرحله از رسیدگی لایه فولیکولی رشد بیشتری داشت و در اواخر این مرحله هسته به سمت دیواره حرکت می‌کند (شکل ۵).



شکل ۵: اووسیت ماهی کفشک تیزدندان در مرحله ۳ رسیدگی جنسی (۴۰۰×)

مرحله چهار رسیدگی جنسی (در حال تخم ریزی)[1] مرحله بلوغ کامل است. رنگ تخمدان نارنجی است و رگ‌های خونی وجود ندارند. تخمدان‌ها به بیشینه وزنشان می‌رسند و حفره شکمی را کاملاً پر می‌کنند. تخم‌ها نیمه شفاف و بزرگ‌اند و از دیواره تخمدان به‌طور واضح دیده می‌شوند. در برش عرضی تهیه شده از تخمدان مشخص شد که تخمدان در این مرحله آماده تخم‌ریزی است و اکثر اووسیت‌ها بالغ بودند. هسته در این مرحله کوچک‌تر از مرحله قبل بوده و بیضوی شکل شده و غشاء هسته چین‌دار می‌گردد که به‌دلیل فشاری است که گلبول‌های زرده به هسته وارد می‌کنند. هسته در این مرحله به سمت قطب حیوانی مهاجرت می‌کند. غشای هسته به تدریج محو می‌شود اما هستک‌ها مشاهده می‌شوند که اغلب آنها به مرکز حرکت کرده بودند (شکل ۶).



شکل ۶: اووسیت ماهی کفشک تیزدندان در مرحله ۴ رسیدگی جنسی (۴۰۰×)

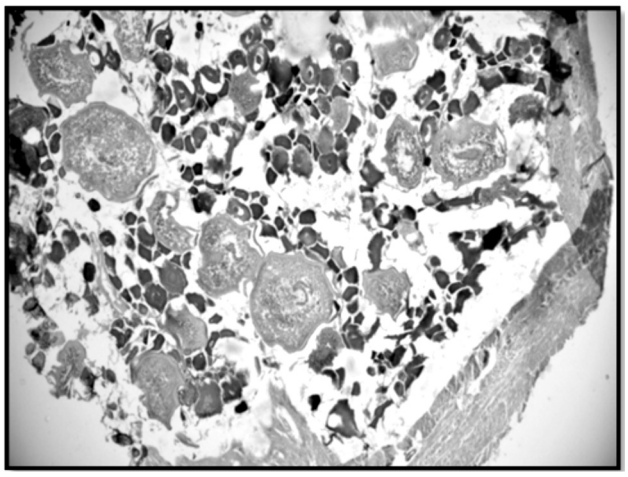
در مرحله پنج رسیدگی جنسی (تخم‌ریزی کرده)[2]، اووسیت‌ها به‌طور کامل رشد کرده و اووسیت‌های رسیده که تخمک نامیده می‌شوند از فولیکول آزاد می‌شوند و سپس تخم‌ریزی ماهی صورت می‌گیرد. هسته در این مرحله نامشخص است و فولیکول‌های بعد از تخم‌ریزی مشاهده می‌شوند. در نمونه‌های این مرحله معمولاً تعدادی اووسیت در مراحل یک و دو رسیدگی نیز مشاهده می‌شوند که نشان دهنده‌ی آغاز پروسه رسیدگی جنسی مجدد پس از تخم‌ریزی است و به مرحله‌ی برگشتی اطلاق می‌شود (شکل ۷).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر نسبت جنسی ماده به نر در ماهی کفشک تیزدندان در طول سال در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری متغیر بود و نتایج استفاده از آزمون مربع کای (χ^2) نیز وجود اختلاف معنی‌داری بین مجموع تعداد جنس نر و ماده در فصول مختلف سال را تایید نمود ($P<0/05$).

[1] Ripe

[2] Spent



شکل ۷: تخمک ماهی کفشک تیزدندان در مرحله ۵ رسیدگی جنسی (۱۰۰×)

نسبت جنسی ماده به نر برای کل نمونه‌های مورد بررسی در این تحقیق ۲/۱۱♀: ۱♂ به‌دست آمد (جدول ۱) که با نسبت استاندارد ۱:۱ اختلاف معنی‌داری را در سطح ۹۵٪ نشان داد. مروری بر تحقیقات انجام شده در سایر گونه‌های آبزیان بیانگر برقراری نسبت جنسی ۱:۱ در برخی از گونه‌ها و عدم برقراری این نسبت در برخی دیگر از گونه‌ها است. برای مثال، شجیعی و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی زیست‌شناختی تولید مثل سیاه‌ماهی *Capoeta capoeta gracilis* در سواحل جنوبی دریای خزر در استان مازندران، نسبت جنسی ماده به نر را ۱♀: ۱♂ و علوی یگانه و کلباسی (۱۳۸۴) در بررسی زیست شناسی تولید مثل زیرگونه گاوماهی شنی خزری *Neogobius fluviatilis pallasi* در ساحل نور دریای خزر، نسبت جنسی ماده به نر را ۱♀: ۱/۰۴♂، محاسبه نمودند که با نسبت ۱♀: ۱♂ اختلاف معنی‌داری نداشت. حسین زاده صحافی و همکاران (۱۳۸۰) در بررسی بیولوژی تولید مثل ماهی شورت *Sillago sihama* در خلیج فارس، نسبت جنسی ماده به نر را ۱/۲♀: ۱♂، کمالی (۱۳۸۰) در مطالعه زیست شناسی تولید مثل ماهی سرخو معمولی *Lutjanus johni* در آب‌های استان هرمزگان، نسبت جنسی ماده به نر را ۱/۲۳♀: ۱♂، حسینی کناری و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی زیست‌شناختی تولید مثل سیاه کولی *Vimba vimba* در منطقه کیاشهر استان گیلان نسبت جنسی ماده به نر را ۱/۳۸♀: ۱♂ و کمالی و همکاران (۱۳۸۳) در بررسی برخی از ویژگی‌های زیستی ماهی شوریده *Otolithes ruber* در آب‌های استان هرمزگان، نسبت جنسی ماده به نر را ۱/۷۶♀: ۱♂ گزارش نمودند.

نوسان‌های نسبت جنسی در طول سال شاید نشان دهنده‌ی این مطلب باشد که اجتماعات نر و ماده در دوره‌های زمانی خاص به صورت مجزا از یکدیگر و در دوره‌های زمانی دیگری در کنار همدیگر زندگی می‌کنند (ولی نسب و همکاران، ۱۳۸۵). از عواملی که سبب غالب شدن جمعیت یک جنس بر جنس دیگری می‌شود، تفاوت زمان صید، ادوات صید و مکان صید است. برای مثال، Fitzhugh و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند که در گونه *Pogonias cromis* طی فصل تخم‌ریزی، اجتماع نرهای بالغ در اعماق بر ماده‌های بالغ غالبیت دارد و در اعماق کم نزدیک سواحل، اجتماع ماده‌های بالغ بیش از نرهای بالغ هستند. در تحقیق حاضر، نمونه‌های تهیه شده کفشک تیزدندان اکثراً از اعماق کمتر از ۴۰ متر صید شده بودند و این مساله می‌تواند بر نسبت جنسی متفاوت ماده به نر تاثیرگذار باشد.

از عوامل دیگری که باعث تفاوت بین تعداد نرها و ماده‌ها در ماه‌های مختلف سال و کل سال می‌شود، توقف ماده‌ها در منطقه تخم‌ریزی به‌مدت بیشتر نسبت به نرها است (Nikolsky, 1963). همچنین علت اختلاف نسبت جنسی را می‌توان به جدا شدن دفعه‌ای افراد بالغ از منطقه، رفتار متفاوت میان جنس‌ها و احتمال صید آسان‌تر یک جنس نسبت به جنس دیگر (Rajaguru, 1992)، رغبت صیادان به ماهیان درشت‌تر به‌علت بازار پسندی بیشتر، رشد متفاوت جنس نر و ماده و اختلاف مرگ و میر در نرها و ماده‌ها نسبت داد (Polovina and Ralstone, 1987; Sandovy et al., 1994; Abou-Seedo et al., 2003).

با توجه به اینکه در ماهیان تغییرات فصلی وزن گنادها، در ماده‌ها بیشتر از نرها ملاحظه می‌شود شاخص بلوغ جنسی تخمدان به‌عنوان یک روش غیرمستقیم برای تخمین فصل تخم‌ریزی مطرح است. بدین‌منظور می‌توان برای تعیین الگوی تخم‌ریزی، شاخص گنادی را در طی یک سال در جنس ماده محاسبه نمود و زمانی که مقدار این شاخص به بیشترین مقدار خود می‌رسد و سپس کاهش می‌یابد، اوج رسیدگی جنسی و فصل تخم‌ریزی است. مطالعه روند تغییرات شاخص گنادی در ماهی ماده کفشک تیزدندان در خلیج فارس نشان می دهد که زمان تخم‌ریزی این گونه از مهرماه شروع و تا اواخر دی ماه ادامه دارد. با توجه به حضور تخمک‌های رسیده و مملو از زرده در فصل پاییز که بر رسیدگی و اوج فعالیت تخمدان‌ها دلالت می‌کند، می‌توان نتیجه گرفت که تخم‌ریزی اصلی این ماهی در فصل پاییز انجام می‌شود و زمان اوج تخم‌ریزی آن در آبان‌ماه

است. در این موقع از سال شرایط بوم‌شناسی و عوامل محیطی مناسب است و با تاثیر بر عوامل فیزیولوژیک سبب تخم‌ریزی خواهد شد.

Pradhan (1965) گزارش نمود که تخم‌ریزی این ماهی در آب‌های سواحل بمبیی در جنوب غربی هند در اقیانوس هند در یک دوره کوتاه مدت و در ماه‌های سپتامبر و اکتبر رخ می‌دهد. تحقیقات انجام شده توسط Darracott (1977) مشخص نمود که تخم‌ریزی این ماهی در غرب اقیانوس هند از ماه سپتامبر شروع می‌شود و تا ماه فوریه ادامه دارد. Devadoss و همکاران (۱۹۷۷) گزارش نمودند که در آبهای ساحلی Porto Novo در جنوب شرق هند تخم‌ریزی این ماهی طی یک دوره طولانی هفت ماهه است و از ماه نوامبر شروع می‌شود و تا ماه می ادامه می‌یابد که برخلاف دوره تخم‌ریزی کوتاه در سواحل بمبیی در غرب هند است. Ramanathan و Natarajan (۱۹۷۹) بیان نمودند که در گونه *Psettodes erumei* دوره تخم‌ریزی از ماه می تا ماه سپتامبر و با اوج تخم‌ریزی از ماه می تا ماه آگوست و در گونه *Pseudorhombus arsius* دوره تخم‌ریزی از ماه آوریل تا ماه جولای و با اوج تخم‌ریزی از ماه آوریل تا ماه می در آبهای ساحلی Porto Novo در جنوب شرق هند است. Das و Mishra (۱۹۹۰) بالاترین شاخص گنادی ماهی کفشک تیزدندان را در آب‌های ساحلی منطقه Orissa در شرق هند در اقیانوس هند از ماه سپتامبر تا دسامبر عنوان نمودند.

تجزیه و تحلیل نتایج تحیق حاضر و مقایسه داده‌ها با سایر مطالعات آشکار می‌سازد که طول دوره تخم‌ریزی این گونه در سواحل خلیج فارس در استان هرمزگان نسبت به مناطق شرق هند کوتاه‌تر بوده و بیشتر منطبق با دوره تخم‌ریزی این گونه در سواحل غربی هند است. با توجه به مقایسه نتایج با مطالعات صورت گرفته در سایر نقاط جهان می‌توان اذعان داشت که تفاوت شرایط جغرافیایی، تفاوت عمق و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و نیز تفاوت‌های بوم‌شناختی حاکم بر منطقه و شرایط اقلیمی از جمله نور و به خصوص نوسانات درجه حرارات آب سبب اختلاف در زمان تخم‌ریزی گونه‌ها و طول دوره تخم‌ریزی در مناطق مختلف می‌گردد. عوامل زیست‌محیطی از جمله شدت و مدت تابش نور، نوسانات درجه حرارت و شوری آب در رشد و بلوغ جنسی ماهیان استخوانی موثر می‌باشد. مجموعه این عوامل بر فرایندهای ترشح هورمون‌های جنسی و ارتباطات متقابل محور هیپوتالاموس، هیپوفیز و گناد اثر گذاشته و با فعال‌سازی این محور روند رشد و تکامل اووسیت‌ها را ممکن می‌سازند (Bromage et al., 1992; Hoque et al., 1999; Smith and Walker, 2004; Morgan et al., 2013).

تغییر ساختار بافتی و ریخت‌شناختی تخمدان در ماهیان استخوانی طی روند اووژنز توسط محققین مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است. به‌طور عمده، ماهیان استخوانی دارای دو نوع استراتژی تخم‌ریزی هستند. در نوع اول که در بیشتر ماهیان دیده می‌شود نوع تخم‌ریزی همزمان (Synchronous) است بدین معنی که تخمک‌های رسیده در یک زمان یا دوره مشخص از تخمدان خارج می‌شوند در حالی که در ماهیانی نظیر تون ماهیان تخم‌ریزی آن‌ها از نوع غیرهمزمان[1] است که به دفعات متعدد و طی زمان‌های مختلف فعالیت‌های تولیدمثلی و تخم‌ریزی خود را انجام می‌دهند. نتایج مطالعات بافت‌شناسی ماهی کفشک تیزدندان در سواحل خلیج فارس در استان هرمزگان نشان می‌دهد که جنس ماده این گونه دارای پنج مرحله رسیدگی جنسی تخمدان است. با توجه به تغییرات شاخص گنادی در جنس ماده که روند خاصی را طی یک دوره منظم سالانه طی می‌کند و اینکه در هر کدام از برش‌های بافت‌شناسی تهیه شده از تخمدان فقط یک مرحله از مراحل رشد و تکامل تخمک‌ها مشاهده شد می‌توان نتیجه گرفت که این ماهی گونه‌ای است که یک بار در سال تخم‌ریزی کرده و همه تخمک‌ها را یکباره در یک دوره زمانی نسبتاً کوتاه در فصل تخم‌ریزی رهاسازی می‌کند. بنابراین ماهی کفشک تیزدندان از لحاظ نحوه تخم‌ریزی در گروه تخم‌ریز یک دفعه‌ای[2] و از لحاظ بلوغ اووسیت جزء گونه‌هایی است که تخمدان آن‌ها طی یک دوره تخلیه می‌شود. گونه‌هایی که دارای یک فصل تولید مثلی کوتاه هستند، دارای تخم‌ریزی یکدفعه هستند (Moyle and Gech, 1988).

King (2007) بیان می‌کند که گناد بسیاری از جانداران دریایی دارای مرحله استراحت نسبتاً طولانی است و در بسیاری از گونه‌ها تخم‌ریزی یک بار در سال صورت می‌گیرد. نتایج این پژوهش نشان دهنده‌ی ارتباط مستقیم بین فراوانی مراحل بلوغ ماهی‌ها با منحنی شاخص گنادی است که فصل تخم‌ریزی را نشان می‌دهد. در ماه‌های مهر، آبان و آذر که زمان اوج شاخص گنادی در ماهی کفشک تیزدندان است، اغلب ماهیان ماده در این

[1] Asynchronous
[2] Total Spawner

گونه دارای تخمدان‌هایی با مراحل بالای بلوغ بودند و در بقیه سال اکثر گنادها در مراحل اولیه بلوغ دیده شدند.

در جمع‌بندی با توجه به نتایج به‌دست آمده در مورد فصل تخم‌ریزی که برای ماهی کفشک تیزدندان از مهرماه تا دی‌ماه تعیین شد اعمال محدودیت زمانی صید با توجه به زمان تخم‌ریزی این گونه قابل پیشنهاد است. همچنین پایش مداوم میزان صید با توجه به اینکه این گونه یکی از گونه‌های هدف صید صیادان است و بررسی منظم و سالانه جنبه‌های مختلف زیستی این گونه به‌منظور انجام اقدامات کارآمد در خصوص مدیریت بهینه ذخایر و بهره‌برداری پایدار و همچنین بررسی امکان تکثیر و پرورش مصنوعی این گونه اقتصادی با توجه به نتایج شاخص‌های تولید مثلی پیشنهاد می‌گردد.

منابع

اسدی، ه.؛ دهقانی پشترودی، ر.، ۱۳۷۵. اطلس ماهیان خلیج فارس و دریای عمان. سازمان تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۲۲۶ صفحه.

پوستی، ا.؛ ادیب مرادی، م.، ۱۳۸۵. روش های آزمایشگاهی بافت شناسی. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۸۳ صفحه.

حسین زاده صحافی، ه.؛ سلطانی، م.؛ دادور، ف.، ۱۳۸۰. زیست‌شناسی تولیدمثل ماهی شوورت *Sillago sihama* در خلیج فارس. مجله علمی شیلات ایران، سال دهم، شماره ۱، صفحات ۳۷-۵۴.

حسینی‌کناری، س.م.؛ علم، م.؛ اشجع اردلان، آ.؛ بهناز، م.، ۱۳۸۹. بیولوژی تولید مثل سیاه‌کولی (*Vimba vimba* L. 1758) در منطقه کیاشهر استان گیلان. مجله شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، سال ۴، شماره ۳، صفحات ۴۷-۶۱.

شجیعی، ه.؛ فضلی، ح.؛ بانی، ن.، ۱۳۸۷. بررسی بیولوژی تولید مثل در سیاه ماهی *Capoeta capoeta gracilis* در سواحل جنوبی دریای خزر استان مازندران (رودخانه تجن). فصلنامه علمی پژوهشی زیست شناسی جانوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، سال اول، شماره دوم، صفحات ۳۱-۳۵.

علوی یگانه، م.ص.؛ کلباسی، م.ر.، ۱۳۸۴. زیست شناسی تولید مثل زیرگونه گاوماهی شنی خزری، *Neogobius fluviatilis pallasi* (Berg, 1916) در ساحل نور دریای خزر. مجله علوم دریایی ایران، دوره ۴، شماره‌های ۳ و ۴، صفحه ۳۱-۴۱.

کمالی، ع.، ۱۳۸۰. بررسی زیست شناسی تولیدمثل ماهی سرخو معمولی (*Lutjanus johni*) در آب‌های هرمزگان. مجله علمی شیلات، سال ۱۰، شماره ۱، صفحه ۷۳-۹۰.

کمالی، ع.؛ ولی نسب، ت.؛ دهقانی، ر.؛ بهزادی، س.؛ اجلالی، ک.، ۱۳۸۳. گزارش نهایی طرح بررسی برخی از ویژگی های زیستی سنگسر معمولی، شوریده و میش ماهی در آبهای استان هرمزگان. موسسه تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان. ۹۱ صفحه.

ولی نسب، ت.؛ کیوان، ا.؛ صدقی معروف، ن.؛ کمالی، ع.، ۱۳۸۵. بررسی خصوصیات تولیدمثلی ماهی سنگسر معمولی *Pomadasyskaakan* در آبهای استان هرمزگان (خلیج فارس). مجله علوم و فنون دریایی، دوره پنجم، شماره سوم و چهارم، صفحات ۸۷-۹۹.

Abou-Seedo, F.S.; Dadzie, S.; Al-Kanaan, K. A., 2003. Sexuality, sex change and maturation patterns in the yellowfin seabream, *Acanthopagrus latus* (Teleostei: Sparidae) (Hottuyn, 1782). Journal of Applied Ichthyology, 19: 65-73.

Appleford, P.; Anderson, T.A.; Gooley, G.J., 1998. Reproductive cycle and gonadal development of *Macquarie perch*, *Macquaria australasica* Cuvier (Percichthyidae), in Lake Dartmouth and tributaries of the Murray-Darling Basin, Victoria, Australia. Marine and Freshwater Research, 49: 163-169.

Biswas, S.P., 1993. Manual of methods in fish biology; South Asian Publisher. New Delhi International Book Co. Absecon Highland. N.J., 157 P.

Booth, A.J.; Weyl, O.L.F., 2000. Histological validation of gonadal macroscopic staging criteria for *Labeo cylindricus* (Pisces: Cyprinidae). African Zoology, 35: 223-231.

Bromage, N.; Jones, J.; Randall, C.; Thrush, M.; Davies, B.; Springate, J.; Duston, J.; Barker, G., 1992. Broodstock management, fecundity, egg quality and the timing of egg production in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 100: 141-166.

Chang, S.L.; Chang, C.F.; Liao, I.C., 1993. Comparative Study on Growth and Gonad Development of Diploid and Triploid Tilapia *Oreochromis aureus*. Taiwan Fish

Press. 350 P.

Polovina, J.J.; Ralston, S., 1987. Tropical snappers and groupers: biology and fisheries management. West View Press, Boulder, Colorado, 656 P.

Pradhan, M.J., 1965. Observation on the maturity and spawning of *Psettodes erumei*. Indian Journal of Fisheries, 9(2): 580 -589.

Presnell, J.K.; Schreibman, M.P., 1997. Humanson's Animal Tissue Techniques. Baltimore (United State), MD: Johns Hopkins University Press, 323 P.

Rajaguru, A., 1992. Biology of two co-occurring tongue fishes, *Cynoglossus arel* and *C. lida* (Pleuronectiformes: Cynoglossidae), from Indian waters; Fishery Bulletin, 90(2): 325-367.

Ramanathan, N.; Natarajan, R., 1979. Breeding biology of *Psettodes erumei* (Bloch & Schn.) and *Pseudorhombus arsius* (Hamilton-Buchanan). Pisces: Pleuronectiformes along Porto Novo coast (S. India). Aquaculture, 18(3): 269-282.

Sandovy, Y.; Rosario, A.; Roman, A., 1994. Reproduction in an aggregating grouper, the red hind, *Epinephelus guttatus*. Environmental Biology of Fishes, 41: 269-286.

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.

Sparre, P.; Ursin, E.; Vanema, S.C., 1988. Introduction to tropical fish stock assessment part manual FAO, Italy, 337 P.

Vincent, A.C.J.; Sadovy, Y., 1998. Reproductive ecology in the conservation and management of fishes. In Behavioral Ecology and Conservation Biology Tim Caro (ed.), p. 209-245. Oxford University Press, NY. 209-245.

Research, 1: 43-49.

Crook, D.A.; Robertson, A.I., 1999. Relationships between reverie fish and woody debris: implications for lowland rivers. Marine and Freshwater Research, 50: 941-953.

Darracott, A., 1977. Availability, morphometrics, feeding and breeding activity in a multi-species, demersal fish stock of the Western Indian Ocean. Journal of Fish Biology, 10(1):1-16.

Das, M.; Mishra, B., 1990. On the biology of *Psettodes erumei* (Bloch & Schn), an Indian halibut. Indian Journal of Fisheries, 37 (2): 79-92.

Devadoss, P.; Mahadevan Pillai, P.K.; Natarajan, P.; Muniyandi, K., 1977. Observations on some aspects of the biology and fishery of *Psettodes erumei* (Bloch) at Porto Novo. Indian Journal of Fisheries, 24(1/2): 62-68.

Fitzhugh, G.R.; Thompson, B.A.; Snider, T.G., 1993. Ovarian development, fecundity, and spawning frequency of black drum *Pogonias cromis* in Louisiana. Fishery Bulletin, 91: 244-253.

Hoque, M.M.; Takemura, A.; Matsuyama, M.; Matsuura, S.; Takano, K., 1999. Lunar spawning in *Siganus canaliculatus*. Journal of Fish Biology, 55: 1213-1222.

King, M., 2007. Fisheries biology & assessment and management. Fishing news press, 340 P.

McDowall, R., 1996. Freshwater fishes of South-Eastern Australia. Sydney: reed Books. 208 P.

Morgan, M.J.; Wright, P.J.; Rideout, R.M., 2013. Effect of age and temperature on spawning time in two gadoid species. Fisheries Research, 138: 42-51.

Moyle, P.B.; Gech, J.J., 1988. Fishes: an introduction to Ichthyology. Prentice hall, Englewood cliffs, New Jersey, 559 P.

Nikolsky, G.V., 1963. The ecology of fishes, Academic