بیولوژی تولیدمثل ماهی کوپر (*Argyrops spinifer*) در خلیج فارس

سمیرا حمزه[۱]، یزدان کیوانی[۱*]، نصراله محبوبی‌صوفیانی[۱]، خسرو آیین‌جمشید[۲]

*keivany@cc.iut.ac.ir

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- پژوهشکده میگوی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۶

چکیده

ویژگی‌های تولیدمثلی ۶۳۹ نمونه ماهی کوپر (*Argyrops spinifer*)، از شانک‌ماهیان تجاری خلیج فارس، طی خردادماه ۱۳۸۹ الی اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۰ به صورت ماهانه (۵۰-۶۰ عدد) مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌برداری در آب‌های بوشهر و بوسیله تور ترال توسط صیادان انجام گرفت. طول کل نرها در دامنه ۶۱-۱۵ سانتی‌متر (میانگین±انحراف معیار) (۶/۶±۲۴) و ماده‌ها در دامنه ۶۴-۱۳ سانتی‌متر (۷/۹±۲۴/۶) بود. وزن کل نرها ۳۴۵۰-۷۷ (۳۱۹±۳۲۳/۶) و ماده‌ها ۴۱۶۲-۵۲ (۴۶۵±۳۷۰) گرم بود. طول کل (Lm_{50}) و سن (Am_{50}) در اولین بلوغ جنسی در نرها بترتیب ۳۰/۱ سانتی‌متر و ۵ سال و در ماده‌ها ۳۱/۳ سانتی‌متر و ۶ سال بود که نشان دهنده صید این ماهی با اندازه کمتر از اندازه متوسط بلوغ است. نسبت جنسی در بین کل نمونه‌های صید شده ۱نر:۱/۲۵ ماده بود که با نسبت مورد انتظار اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($p<0.01$). طول کل در ابتدای بلوغ در ماده‌ها ۲۳/۸ سانتی‌متر بدست آمد. کمینه و بیشینه و میانگین هم‌آوری مطلق (±انحراف معیار) بترتیب برابر ۷۹۰۰۰، ۲۳۷۵۰۰۰ و ۵۲۸۰۰۰±۶۸۳۰۰۰، در ماده‌های با طول ۴۷-۱۷ سانتی‌متر و وزن ۱۶۶۶-۱۱۷/۵ گرم بدست آمد. رابطه بین هماوری مطلق و طول کل ماهی به صورت ($r= 0.77$) $F= 54417L–92699$ و رابطه بین هماوری مطلق و وزن ماهی به صورت $F= 1165W+41595$ ($r= 0.81$) بدست آمد. بررسی قطر تخمک‌ها نشان داد که سه گروه تخمک به قطر ۸۰۰-۲۵ میکرون در تخمدان رسیده وجود دارد. این ماهی دارای تخمدان چندبخشی یا متناوب است و دسته‌های مختلفی از تخمک در مراحل مختلف رسیدگی در هر زمان در آن قابل مشاهده است و دوره تخم‌ریزی طولانی دارد. با توجه به شاخص گنادی (GSI)، قطر تخمک، توزیع ماهانه فراوانی مراحل مختلف رسیدگی تخمدان و بررسی‌های بافت‌شناسی، دوره تولیدمثل این گونه از آذر تا فروردین برآورد گردید. فصل تخم‌ریزی طولانی مدت نشان می‌دهد که این ماهی تخم‌ریز چندباره (Multiple spawner) با تخمدان غیرهمزمان (Asynchronous) است. با توجه به نتایج این مطالعه احتمال می‌رود که این ماهی دارای استراتژی پروتوجینی (Prtogyny) و هرمافرودیت ابتدایی (Rudimentary hermaphroditism) باشد.

واژگان کلیدی: *Argyrops spinifer*، خلیج فارس، تولیدمثل، شانک‌ماهیان.

*نویسنده مسئول

مقدمه

بیش از ۱۱ گونه از شانک‌ماهیان درآب‌های ایرانی خلیج فارس و دریای عمان وجود دارد که پنج گونه از آنها دارای ارزش تجاری می‌باشند. ماهی کوپر (*Argyrops spinifer*)، از غرب تا شرق اقیانوس هند و در شمال استرالیا پراکنش دارد (Randall, 1995; Orrell *et al*., 2002). این ماهی یک گونه کف‌زی است که ماهیان جوان‌تر در نواحی کم‌عمق به صورت گروهی و ماهیان بالغ و بزرگ‌تر در آب‌های عمیق‌تر به صورت انفرادی یافت می‌شوند (Sommer *et al*., 1996; Randall *et al*., 1997). بیشینه طول این ماهی به ۷۰ سانتی‌متر و به طور متوسط به۳۰ سانتی‌متر می‌رسد (Randall, 1995). تغذیه این گونه از بی‌مهرگان کف‌زی و عمدتاً از نرم‌تنان، میگوها، خرچنگ‌ها و نکتون‌ها می‌باشد (Al Abdessalaam, 1995; Ghanbarzadeh *et al*., 2014a,b,c) این ماهی پیش‌ماده (Protogynous) است (Grandcourt *et al*., 2004; McIlwain *et al*., 2006). تغییر جنسیت یک استراتژی تولیدمثلی معمول در بین ماهیان گرمسیری جزایر مرجانی است (Sadovy, 1996). El-Sayed and Abdel-Bary (1993) در آب‌های قطر چرخه تولیدمثلی و هماوری این گونه را مطالعه کردند. Grandcourt و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی تولیدمثل و ارزیابی ذخایر این گونه در آب‌های جنوب خلیج فارس آن را گونه‌ای پیش‌ماده گزارش نمودند. McIlwain و همکاران (۲۰۰۶) و Al Mamry و همکاران (۲۰۰۹) در دریای عربی بیولوژی تولیدمثل و پارامترهای جمعیتی این گونه را مطالعه کردند. اما، در آب‌های ساحلی ایران، مطالعه‌ای در مورد تولیدمثل این گونه صورت نگرفته است، هرچند اخیراً مطالعاتی در رابطه با تغذیه و رشد این ماهی در سواحل بوشهر انجام شده است (Ghanbarzadeh *et al*., 2014a,b,c). جمع‌آوری اطلاعات پایه در رابطه با ویژگی‌های تولیدمثلی مانند تعیین زمان اوج تخم‌ریزی، میزان هم‌آوری مطلق و نسبی و همبستگی آنها با سن، طول و وزن بدن، نسبت جنسی، قطر تخمک و طول در اولین بلوغ جنسی، از اهداف مهم این تحقیق است.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه از خرداد ۱۳۸۹ تا اردیبهشت ۱۳۹۰ صورت گرفت. در اواخر هر ماه ۶۰-۵۰ عدد ماهی کوپر از صیادان محلی در اسکله صیادی جفره در بندر بوشهر خریداری و به آزمایشگاه منتقل می‌شد. طول کل و چنگالی، با دقت ۰/۱ سانتی‌متر و وزن کل با دقت ۰/۱ گرم و وزن کبد و گناد با دقت ۰/۰۱ گرم، جنسیت و مراحل باروری به روش ماکروسکوپی و میکروسکوپی بر مبنای الگوی پنج مرحله‌ای Grandcourt و همکاران (۲۰۰۴) بدست آمد. برای تعیین سن، دوایر سالانه رشد اتولیت ساژیتال ماهی‌ها زیر لوپ شمارش شد. تخمدان ماهیانی که در مرحله چهار جنسی (رسیده) بودند، برای تعیین هم‌آوری، در محلول گیلسون قرار داده شدند. برای مشخص نمودن زمان اوج تخم‌ریزی، از شاخص گنادی با معادله GSI= (GW/TW)×100 (Biswas, 1993) استفاده شد که در آن GSI= شاخص گنادی، GW= وزن گناد و TW= وزن کل می‌باشد. برای آگاهی از زمان تخم‌ریزی، علاوه بر تعیین شاخص مذکور، نمودار فراوانی هر یک از مراحل رسیدگی جنسی گناد، در هر ماه بدست آمد. طول متوسط در ابتدای بلوغ (Lm_{50}) برای جنس ماده با بررسی توزیع فراوانی ماهیان بالغ در گروه‌های طولی مختلف، بدست آمد (Mouine *et al*., 2007). برای تعیین هم‌آوری مطلق، تخمدان‌های ۲۷ ماهی رسیده (مرحله ۴) با دامنه طول کل ۴۷-۱۴ سانتی‌متر در ماه‌های آذر تا فروردین بررسی شد و هم‌آوری مطلق از رابط F= (n×G)/g بدست آمد (Bisws, 1993) که در این رابطه، F: هم‌آوری مطلق؛ n: میانگین تعداد تخمک در زیرنمونه‌ها؛ G= وزن تخمدان؛ g= وزن زیرنمونه؛ بود. هماوری نسبی نیز از تقسیم هم‌آوری مطلق به وزن کل بدن، تخمین زده شد. برای تعیین قطر تخمک، پس از جدا شدن تخمک‌ها از هم در داخل محلول گیلسون، قطر۶۰۰-۵۰۰ عدد تخمک در هر ماه، توسط میکروسکوپ مدرّج اندازه‌گیری شد. نسبت جنسی برای ۵۴۷ ماهی از تقسیم تعداد ماهیان جنس نر به جنس ماده محاسبه شد که با استفاده از آزمون $\chi 2$، انحراف آن از نسبت مورد انتظار ۱:۱ به صورت ماهانه بدست آمد. نتایج حاصل بر اساس آزمون

مربع کای و آزمون t-student با استفاده از نرم افزار آماری SPSS 17 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. به منظور بررسی اختلاف بین ماه‌های مختلف، از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) در سطح ۹۵٪ استفاده شد.

برای تهیه بافت، گنادها به مدت ۲۴ ساعت، در فرمالین ۴ درصد قرار داده شدند و سپس به الکل ۷۰ درصد منتقل گردیدند. نمونه‌ها طبق روش‌های استاندارد، بترتیب از مراحل مختلف آب‌گیری، شفاف‌سازی، پارافینه کردن، قالب‌گیری، برش و رنگ‌آمیزی، عبور داده شدند (Humason, 1979). بعد از قالب‌گیری، با استفاده از دستگاه میکروتوم (Micro Tec، CUT4050)، از نمونه‌ها مقاطع عرضی به ضخامت ۷ میکرون تهیه شد. مقاطع تهیه شده بر سطح حمام بافت آب و الکل (۲۰٪ الکل اتانل و۸۰٪ آب با دمای ۳۵-۴۰ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شدند و جهت چسبیدن برش‌ها روی لام، چسب آلبومین-گلیسرین (به ازای هر لیتر آب، حدود ۳ میلی‌لیتر) به حمام بافت اضافه شد. برای قرار دادن برش بر روی لام میکروسکوپ، لام به صورت ۴۵ درجه به زیر برش برده شده و برش بر روی لام قرار و مورد بررسی و عکسبرداری قرار گرفت.

نتایج

از ۶۳۹ عدد ماهی تهیه شده، ۳۰۹ عدد ماده با دامنه طولی (TL) ۶۴/۲-۱۳/۵ سانتی‌متر (۲۴/۶±۷/۹) و ۲۳۸ عدد نر با دامنه طولی ۶۱/۲-۱۵ سانتی‌متر (۲۴±۶/۶)؛ بودند. وزن ماده‌ها ۴۱۶۲-۵۲/۵ گرم (۳۷۰±۴۶۵) و وزن نرها ۳۴۵۰-۷۷ گرم (۳۲۳/۶±۳۱۹) بدست آمد. رابطه طول- وزن برای کل ماهیان مورد مطالعه به صورت $W=0.054L^{2.682}$ (r^2=۰/۹۸۳) بدست آمد.

نسبت جنسی در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری (جدول ۱)، سنین مختلف (جدول ۲) و گروه‌های طولی مختلف (جدول ۳) محاسبه شد. در کل، نسبت جنسی ۱نر: ۱/۲۵ماده بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با نسبت مورد انتظار نشان داد (p<۰/۰۱). نسبت جنسی طی ماه‌های گرم شامل خرداد، تیر، مرداد و شهریور که هیچ‌گونه فعالیت تولیدمثلی وجود نداشت؛ اختلاف معنی‌داری را با نسبت ۱:۱ نشان داد (p<۰/۰۵). اما طی ماه‌های دیگر، این نسبت اختلاف معنی‌داری نداشت که نشان می‌دهد طی فصل تخم‌ریزی تعداد نرها و ماده‌ها تقریباً برابر است. Lm_{50} در جنس ماده، ۲۳/۸ سانتی‌متر طول کل بدست آمد (شکل ۱). تغییرات ماهانه شاخص گنادی در شکل ۲ و توزیع فراوانی مراحل رسیدگی گناد ماده در شکل ۳ و نر در شکل ۴ ارائه شده است.

متوسط قطر تخمک، در آذر ماه بیشترین مقدار را داشت (جدول ۴) و در ماه‌های آذر، دی و اسفند، اختلاف معنی‌داری را با سایر ماه‌ها نشان داد (p<۰/۰۵). قطر تخمک در اردیبهشت ماه به دلیل این که تخمدان در حال بازجذب تخمک‌های باقیمانده بود، قابل اندازه‌گیری نبود.

هماوری مطلق و نسبی در ۲۷ عدد ماهی ماده بالغ (مرحله ۴ رسیدگی جنسی) با دامنه طول کل ۴۷-۱۷ (۱۲±۱۲) سانتی‌متر و دامنه وزنی ۱۶۶۶-۱۱۷/۵ (۱۲±۱۲) گرم، محاسبه گردید. حداقل هماوری مطلق ۷۹۰۰۰ و حداکثر آن ۲۳۷۵۰۰۰ عدد تخم بدست آمد (۶۸۳۰۰۰±۵۲۸۰۰۰). متوسط هماوری نسبی، ۱۳۰۰±۷۶۰ (تعداد تخم به ازای هر گرم از وزن بدن) برآورد گردید. رابطه بین هم‌آوری مطلق و وزن کل به صورت F=۱۱۶۵ W+۴۱۵۹۵ (r^2=۰/۶۵) (شکل ۵)، بین هم‌آوری مطلق و طول کل به صورت F= ۹۲۶۹۹ L-۵۴۴۱۷ (r^2=۰/۵۸) (شکل ۶) و سن به صورت F=۱۷۵۸۲ A-۳۹۱۵۶ (r^2=۰/۶۳) (شکل ۷) بدست آمد.

مراحل ماکروسکوپی رسیدگی جنسی ماهی کوپر

نتایج حاصل از تعیین مراحل ماکروسکوپی رسیدگی جنسی ماهی‌های نر و ماده بر اساس روش ۵ مرحله‌ای (Grandcourt *et al*., 2004) به شرح ذیل بود:

مرحله I (مرحله نابالغ (Immature)): گنادها به صورت یک نوار باریک، کوچک و طویل و چسبیده به ستون مهره‌ها و متمایل به خاکستری و زرد بودند و فضای خیلی کمی از حفره بدنی را اشغال کرده بودند. گنادهای نر و ماده شکل مشابه داشتند؛ در نتیجه تعیین جنسیت در این مرحله دشوار بود.

جدول ۱: نسبت جنسی ماهی‌های کوپر صید شده در ماه‌های مختلف سال در آب‌های بوشهر طی سال‌های ۹۰-۱۳۸۹.

Table 1: Sex ratio in different months in Kingsoldier Bream caught in Bushehr coastal waters in 2010-2011.

ماه	نر	ماده	نسبت جنسی (M/F)	χ^2	Asymp. Sig.
خرداد ۸۹	۱۰	۳۱	۰/۳۲	۱۰/۷۵۶	۰/۰۰۱ *
تیر	۱۰	۳۰	۰/۳۳	۱۰	۰/۰۰۲ *
مرداد	۲	۲۵	۰/۰۸	۱۹/۵۹۳	۰ *
شهریور	۱۸	۳۴	۰/۵۳	۴/۹۲۳	۰/۰۲۷ *
مهر	۲۶	۲۱	۱/۲۴	۰/۵۳۲	۰/۴۶۶
آبان	۲۲	۳۴	۰/۶۵	۲/۵۷۱	۰/۱۰۹
آذر	۳۳	۱۹	۱/۷۴	۳/۷۶۹	۰/۰۵۲
دی	۲۵	۲۶	۰/۹۶	۰/۰۲	۰/۸۸۹
بهمن	۲۹	۲۲	۱/۳۲	۰/۹۶۱	۰/۳۲۷
اسفند	۱۹	۲۳	۰/۸۳	۰/۳۸۱	۰/۵۳۷
فروردین	۲۶	۲۴	۱/۰۸	۰/۰۸	۰/۷۷۷
اردیبهشت	۱۸	۲۰	۰/۹	۰/۱۰۵	۰/۷۴۶
کل	۲۳۸	۳۰۹	۰/۸۳	۹/۲۱۶	۰/۰۰۲ *

* نسبت جنسی در این ماه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار با نسبت مورد انتظار ۱:۱ می‌باشد (P<۰/۰۵).

جدول ۲: مقایسه نسبت جنسی در سنین مختلف ماهی‌های نر و ماده کوپر (*Argyrops spinifer*) در خلیج فارس.

Table 2: Comparison of sex ratio in different ages male and female Kingsoldier Bream caught in the Persian Gulf.

سن	تعداد	نسبت جنسی (M/F)	p
۲	۱۳۸	۲/۱۴	p< ۰/۰۵
۳	۱۱۱	۰/۳۹	p< ۰/۰۵
۴	۸۳	۰/۴۸	p< ۰/۰۵
۵	۷۸	۰/۳	p< ۰/۰۵
۶	۳۷	۰/۷۶	p>۰/۰۵
۷	۱۲	۲	p>۰/۰۵
۸	۲۱	۰/۴	p< ۰/۰۵
۹	۸	۰/۱۴	p< ۰/۰۵
۱۰	۵	۰/۷	p>۰/۰۵
۱۱	۳	فقط ماده	--
۱۲	۶	۲	p>۰/۰۵
۱۳	۵	۴	p>۰/۰۵
۱۴	۳	فقط نر	--
۱۵	۱	فقط ماده	--
۱۶	۷	۶	p>۰/۰۵

ادامه جدول ۲:

سن	تعداد	نسبت جنسی (M/F)	p
۱۸	۲	فقط نر	--
۲۱	۵	۰/۷	p>۰/۰۵
۲۳	۲	فقط نر	--
۲۵	**۵**	**فقط نر**	**--**

جدول ۳: نسبت جنسی ماهی کوپر (*Argyrops spinifer*)، در گروه‌های طولی مختلف.

Table 3: Sex ratio in different length classes in Kingsoldier Bream.

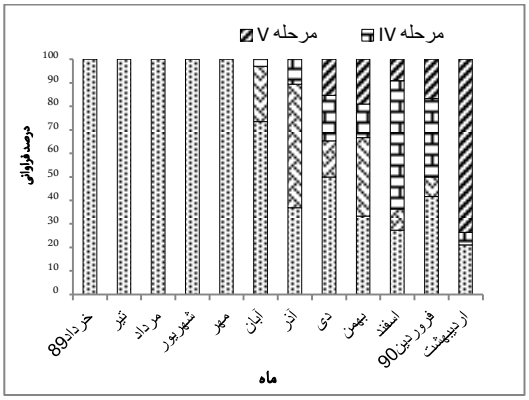
گروه طولی	نر	ماده	نسبت جنسی (M/F)	χ^2	Asymp. Sig.
<۲۰	۷۷	۸۵	۰/۹۱	۰/۳۹۵	۰/۵۳
۲۵-	۸۱	۱۲	۰/۶۵	۹/۰۲	۰/۰۰۳ *
۳۰-	۳۹	۵۴	۰/۷۲	۲/۴۱۹	۰/۱۲
۳۵-	۲۵	۱۰	۲/۵	۶/۴۲۹	۰/۰۱۱ *
۴۰-	۱۰	۲۲	۰/۴۵	/۸۴۳	۰ *
۴۵-	۳	۵	۰/۶	۰/۵	۰/۴۸
۵۰-	۰	۴	۰	-	-
>۵۰	۶	۵	۱/۲	۰/۰۹۱	۰/۷۶۳

* نسبت جنسی در این گروه‌های طولی، دارای اختلاف معنی‌دار با نسبت مورد انتظار ۱:۱ می‌باشد (p<۰/۰۵).

جدول ۴: تغییرات ماهانه قطر تخمک ماهی کوپر در آب‌های بوشهر (۹۰-۱۳۸۹).

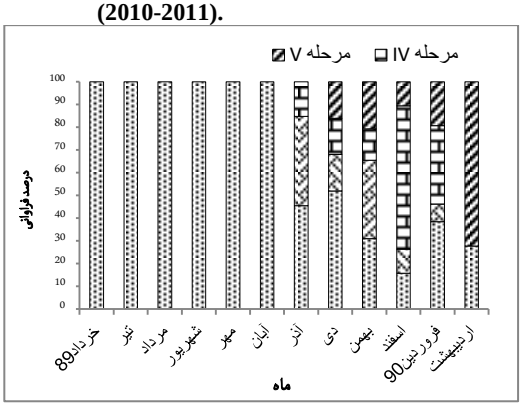
Table 4: Monthly variation of egg diameter in Kingsoldier Bream in Bushehr coastal waters in 2010-2011.

ماه	تعداد ماهی	متوسط طول ماهی (سانتی-)	متوسط وزن ماهی (گرم)	تعداد تخمک	کمینه قطر تخمک	بیشینه قطر تخمک	متوسط قطر تخمک
خرداد	۲۰	۳ ± ۲۱	۶۴/۲۸±۱۷۷/۲۵	۵۵۰	۰/۰۲۵	۰/۱۲۵	±۰/۰۲۶
تیر	۲۰	± ۲۳/۱	۴۹/۹۶±۱۷۶/۹۸	۵۰۵	۰/۰۲۵	۰/۰۷۵	±۰/۰۱۸
مرداد	۲۰	۱۱/۹±۳۰/۶	۷۹۵/۹۵±۶۶۶/۲۵	۵۵۰	۰/۰۲۵	۰/۱	±۰/۰۱۴
شهریور	۲۵	۱۷/۷±۳۱/۸	۱۷۲۱/۹۳±۱۰۸۱/۸۵	۵۷۰	۰/۰۲۵	۰/۱۵	±۰/۰۲۲
مهر	۲۰	۷/۸±۲۸/۶	۲۶۷/۸۹±۴۴۳/۸۹	۵۵۰	۰/۰۲۵	۰/۱	±۰/۰۱۷
آبان	۲۵	۵/۱±۲۲/۹	۱۴۷/۱۴±۲۶۹/۶۴	۶۰۰	۰/۰۲۵	۰/۴۵	±۰/۱
آذر	۲۵	۷/۱±۲۹/۵	۴۵۲/۶۲±۵۶۶/۰۳	۶۰۰	۰/۰۲۵	۰/۶	±۰/۱۱۵
دی	۲۵	۳/۱±۱۸/۴	۸۱/۷۲±۱۴۲	۶۰۰	۰/۰۵	۰/۷۵	±۰/۱۴۶
بهمن	۲۵	۳/۴±۲۴/۴	۱۰۲/۷۲±۳۱۴/۷۸	۵۶۰	۰/۰۵	۰/۶۷۵	±۰/۱۶۴
اسفند	۲۵	۹/۲±۲۴/۳	۴۳۵/۸±۳۸۵/۵۶	۶۰۰	۰/۰۵	۰/۶۷۵	±۰/۱۵۳
فروردین	۲۰	۸/۸±۲۳/۸	۳۲۵/۳±۳۴۴/۲۵	۵۵۰	۰/۰۲۵	۰/۸	±۰/۱۹۸



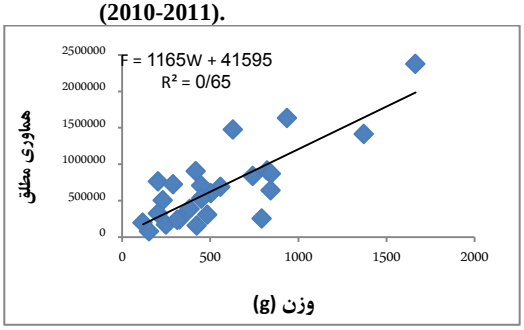
شکل ۳: درصد فراوانی مراحل بلوغ در جنس ماده ماهی کوپر، به تفکیک ماه در آب‌های بوشهر (۹۰-۱۳۸۹).

Figure 3: Percentage of frequency of maturation stages in female Kingsoldier Bream in different months in Bushehr coastal waters (2010-2011).



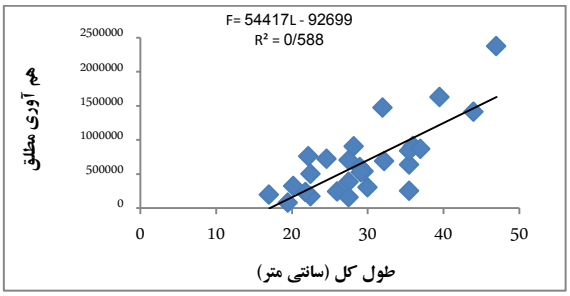
شکل ۴: درصد فراوانی مراحل بلوغ در جنس نر ماهی کوپر، به تفکیک ماه در آب‌های بوشهر (۱۳۹۰-۱۳۸۹).

Figure 4: Percentage of frequency of maturation stages in male Kingsoldier Bream in different months in Bushehr coastal waters (2010-2011).



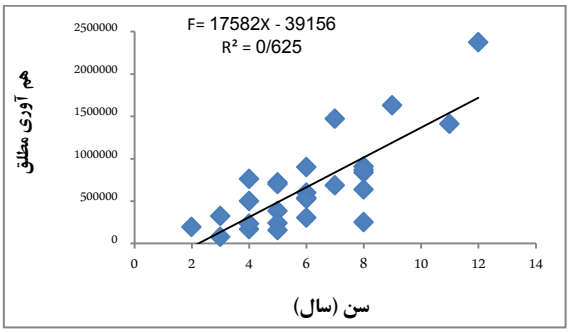
شکل ۵: ارتباط بین هم‌آوری مطلق و وزن کل ماهی کوپر در آب‌های بوشهر (۹۰-۱۳۸۹).

Figure 5: Fecundity-weight relationship in Kingsoldier Bream in Bushehr coastal waters (2010-2011).



شکل ۶: ارتباط بین هم آوری مطلق و طول کل ماهی کوپر در آب‌های بوشهر (۹۰-۱۳۸۹).

Figure 6: Fecundity-length relationship in Kingsoldier Bream in Bushehr coastal waters (2010-2011).



شکل ۷: ارتباط بین هم‌آوری مطلق و سن ماهی کوپر در آب‌های بوشهر (۹۰-۱۳۸۹).

Figure 7: Fecundity-age relationship in Kingsoldier Bream in Bushehr coastal waters (2010-2011).

مرحله II (مرحله نابالغ در حال رسیدگی یا ترمیم پس از تخم‌ریزی (Maturing virgin or recovered spent)): اندام‌های جنسی از نظر حجمی بزرگ‌تر شده بودند. تخمدان صورتی‌رنگ، نیمه‌شفاف و تخم‌ها قابل رؤیت در زیر لوپ بودند. در ماهیانی که یک‌بار تخم‌ریزی کرده بودند، این مرحله دوره استراحت یا بازسازی تخمدان، نامیده می‌شود که تخمدان حالت گوشت‌آلود داشت. بیضه‌ها سفید خامه‌ای و در بعضی نقاط صورتی رنگ و اندکی نخی‌شکل و نازک بودند.

مرحله III (در حال رسیدگی (Ripening)): اندام‌های جنسی حجم بیشتری از محوطه بدنی را اشغال می‌کنند و تخم‌ها بزرگ و به آسانی قابل رؤیت با چشم غیرمسلح

بودند. تخمدان متمایل به صورتی- زرد و همراه با نمای دان‌دان بود. بیضه‌ها توسعه یافته، متمایل به سفید تا خامه‌ای رنگ دیده می‌شدند.

مرحله IV (رسیده (Ripe)): تقریباً تمام حجم محوطه بدنی بوسیله اندام‌های جنسی اشغال شده بود. تخمدان‌ها بزرگ و متورّم و محتوی تخم‌های نیمه‌شفاف و بزرگ بودند که براحتی می‌شد تخمک‌ها را از هم جدا نمود. بیضه‌ها متمایل به سفید-خامه ای رنگ و نرم بودند.

مرحله V (تخم‌ریزی کرده (Spent)): اندام‌های جنسی چروکیده شده و دارای دیواره‌های شل بودند. تخمدان‌ها قرمز رنگ بوده و حجم آنها کاهش یافته بود و تعداد کمی تخم سیاه شده در آنها مشاهده می‌شد. بیضه‌ها سست و چروکیده شده بودند و دیگر سفید رنگ نبودند.

مراحل میکروسکوپی رسیدگی جنسی ماهی کوپر

الف) تخمدان

مرحله I (نابالغ): در این مرحله مجموعه‌ای از اووگونیاهای کوچک به صورت خوشه‌هایی از اووگونیا و در ارتباط با غشاء لاملا در تخمدان قابل مشاهده بودند. اووسیت در این مرحله نابالغ بوده و در لایه‌های نگهداری تخم به اشکال کروی، بیضوی یا چندضلعی مشاهده می‌شد. هسته بزرگ بوده و بخش بیشتری از اووسیت را در بر گرفته بود. اطراف این هسته بزرگ را مقدار کمی از سیتوپلاسم احاطه نموده بود (شکل ۸الف). در بعضی از اووسیت‌های این مرحله، هسته به یک سمت سیتوپلاسم تمایل داشت و در حاشیه بود، اما در بعضی دیگر هسته در مرکز قرار داشت و هستک‌های متعددی در درون آن پراکنده بودند. گاهی تعدادی از اووسیت‌های مرحله دو (پری‌نوکلئولار) نیز در میان اووسیت‌های این مرحله مشاهده می‌شد. در این مرحله هیچ اثری از زرده در سیتوپلاسم وجود نداشت که به همین دلیل این مرحله، پیش زرده‌سازی (Previtellogenesis) نیز نامیده می‌شود. در هسته اووسیت‌های این مرحله، کروموزوم‌ها نیز قابل مشاهده بودند. در این مرحله قطر اووسیت ۴۰-۲۰ میکرون و قطر هسته ۲۰-۱۰ میکرون بود (شکل ۸ب).

مرحله II (در حال بلوغ): تخمدان هم دارای اووسیت‌های مرحله کروماتین-هستک و هم اووسیت‌های مرحله پیش هستکی بود که در اندازه‌های مختلفی قابل مشاهده بوده و بیشتر به شکل چندضلعی بودند. اووسیت رشد کرده و هسته بزرگ‌تر شده و تقریباً در مرکز اووسیت بود. تعداد زیادی هستک‌های کوچک در هسته قابل مشاهده بود که در پیرامون هسته و در مجاورت غشاء هسته قرار داشتند. اندازه هسته و اندازه سیتوپلاسم نسبت به مرحله قبل افزایش یافته بود و به طور کلی اووسیت بزرگ‌تر شده بود. اووسیت‌های حاوی آلوئل‌های قشری (Cortical alveolies) و ظهور قطرات چربی در این مطالعه مشاهده نشدند. در این مرحله، قطر اووسیت ۱۰۰-۴۰ میکرون و قطر هسته زاینده ۵۰-۲۰ میکرون بود. در هسته۲۰-۱۰ هستک با اندازه ۱۰-۵ میکرون دیده می‌شد (شکل ۸ج و ط).

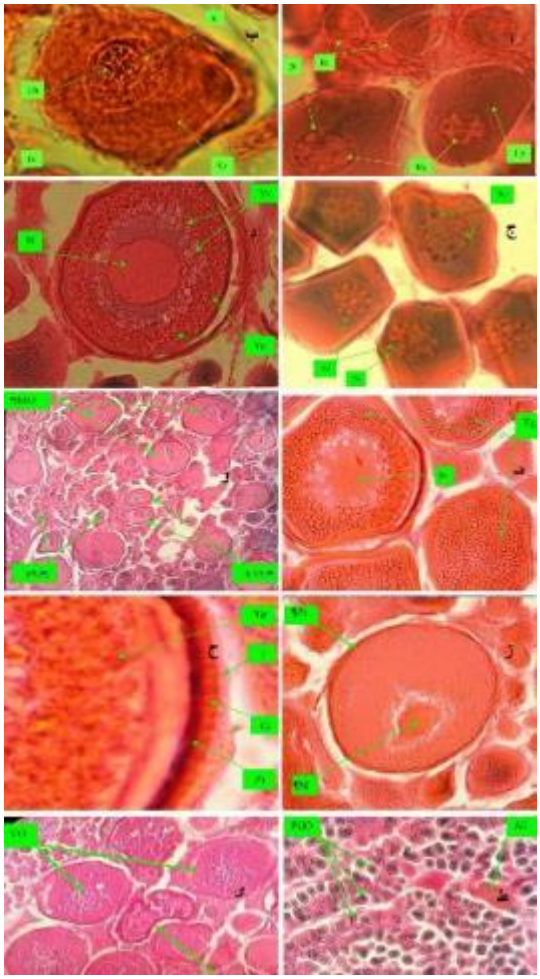
مرحله III (بالغ): اندازه اووسیت در این مرحله، به دلیل تجمع زرده و چربی افزایش یافته بود. هسته در مرکز اووسیت دیده می‌شد و دارای تعدادی هستک در نزدیکی غشای هسته بود. از مشخصات این مرحله، ازدیاد وزیکول‌های زرده در اطراف هسته است. وزیکول‌هایی با قطر ۲۰-۱۰ میکرون در یک یا دو ردیف در اطراف هسته دیده می‌شد. هسته در مرکز قرار داشته یا کمی جابجا شده بود و در بعضی از اووسیت‌های این مرحله، شکل منظمی نداشت. گرانول‌های زرده که نشانه آغاز زرده‌سازی هستند، در این مرحله در اووسیت مشاهده شدند که بتدریج جایگزین وزیکول‌های زرده می‌شدند. گرانول‌های زرده تشکیل شده در این مرحله بیشتر بیضی شکل هستند و رنگ‌پذیری بالایی داشتند، بطوریکه کاملاً به رنگ قرمز دیده می‌شدند. در این مرحله لایه زونا رادیاتا بخوبی متمایز شده و قابل مشاهده بود. اووسیت‌ها در این مرحله تقریباً شکل کروی یا بیضوی داشتند و تعدادی از اووسیت‌های مرحله یک و دو نیز در تخمدان قابل مشاهده بود. قطر اووسیت‌ها در این مرحله ۳۲۰-۱۵۰ و قطر هسته زاینده ۱۲۰-۵۰ میکرون بود (شکل ۸د).

مرحله IV (رسیده): تخمدان بیشتر دارای اووسیت‌های ویتلوژنیک در مراحل مختلفی از زرده‌گیری بود. اما،

اووسیت‌هایی از مراحل پایین‌تر نیز در آن قابل مشاهده بود. تجمع گرانول‌های زرده با اندازه ۲۰-۱۰ میکرون که در مرحله قبل و در حاشیه سیتوپلاسم اووسیت در حال بلوغ شروع شده بود، به سمت مرکز اووسیت گسترش یافته و در نهایت تمام سیتوپلاسم اووسیت‌ها با گرانول‌های زرده اشغال گردیده بود (شکل ۸هـ). همگنی و یکنواخت شدن گرانول‌های زرده در حاشیه اووسیت آغاز شده و در نهایت صفحات زرده (Yolk plates) در سیتوپلاسم تشکیل شده بود. این مرحله با شروع مهاجرت هسته به سمت قطب حیوانی، قابل شناسایی بود (شکل ۸و). با ادامه رشد، لایه‌های اووسیت کامل شده و زونا رادیاتا کاملاً قابل تشخیص بود (شکل ۸ز). اندازه اووسیت‌ها در این مرحله به دلیل زرده‌سازی بیشتر، افزایش یافته بود. فضای بین سلولی در بین اووسیت‌ها افزایش یافته و اووسیت‌ها از یکدیگر فاصله بیشتری داشتند (شکل ۸ح).. قطر اووسیت در این مرحله، ۶۰۰-۲۲۰ میکرون و اندازه هسته در حال مهاجرت ۸۰-۳۰ میکرون بود. غشاء هسته کنگره‌دار شده و در بعضی از اووسیت‌ها محو شده بود. ذرات چربی با یکدیگر آمیخته شده و یک یا چند قطره بزرگ چربی با اندازه ۶۰-۳۰ میکرون را به وجود آورده بودند. در این مرحله اووسیت‌ها شروع به آبگیری می‌نمایند و قطر آنها افزایش می‌یابد و سلول‌های فولیکولی اطراف آن از اووسیت فاصله می‌گیرند.

این موارد در نمونه‌های تهیه شده، مشاهده نشد. با ادامه تکامل اووسیت به سمت رسیدگی کامل، تخمک‌ها به داخل لومن تخمدانی رها می‌شوند (شکل ۸ی).

مرحله V (تخلیه شده): پس از تخمک‌گذاری و رها شدن تخمک‌ها، بخش زیادی از تخمدان دارای فضاهای خالی بود. تخمک‌های مراحل یک و دو در حاشیه تخمک‌های رسیده و در حال تخریب (Atretic Oocytes) مشاهده می‌شد. سیتوپلاسم این اووسیت‌ها، ساختار پر زرده خود را از دست داده و به صورت یک توده بی‌شکل در می‌آید. اووسیت‌های آترتیک چروکیده بوده و واکوئل‌های زرده‌ای و ذرات چربی آنها با یکدیگر تداخل یافته و دیواره سلولی تخریب گردیده بود.



شکل ۸: برش عرضی بافت تخمدان ماهی کوپر در مراحل مختلف رسیدگی (فرمالین، H&E). الف) مرحله I (۴۰۰×). ب) مرحله I (۱۰۰۰×). ج) مرحله II (۴۰۰×). د) مرحله III (۴۰۰×). هـ) مرحله IV (۴۰۰×). و) مرحله IV. راست (۱۰۰×)، ز) چپ (۴۰۰×). ح) لایه‌های فولیکولی تخمک در مرحله IV (۱۰۰۰×). ط) برش عرضی بافت تخمدان در مرحله II (۱۰۰×). ی) برش عرضی بافت تخمدان در مرحله IV (۱۰۰×). سلول آترتیک (AO)، کروموزوم (Ch)، سیتوپلاسم (Cy)، لایه گرانولوزا (G)، اووسیت نابالغ (Io)، اووسیت بالغ (MO)، هسته (N)، هستک (Ne)، اووسیت اولیه (PGO)، اووسیت اولیه (PO)، لایه تکا (T)، مرحله ویتلوژنیک (VO)، گرانول زرده (Yg)، وزیکول زرده (Yv)، اووسیت دارای وزیکول‌های زرده (YVO) و لایه زونا رادیاتا (Zr).

Figure 8: Cross section of ovary in different maturity stages of Kingsoldier Bream (Formalin, H&E). A) stage I (X400)., B) stage I (X1000), C) stage II (X400), D) stage III (X400), E) stage IV (X400), F) stage IV, right (X1000), G) left (X400), H) follicular layers of ovum at stage IV (X1000), I) cross section of ovary at stage II (X100) and J) stage IV (X100).

این اووسیت‌ها در هر مرحله‌ای از تکامل تخمدان می‌توانند در تخمدان حضور داشته باشند. مشخصه تخمدان، فولیکول‌های خالی و تعدادی از اووگونیاهاست که ذخیره تخمدان برای تخم‌ریزی‌های بعدی هستند. فولیکول‌های بعد از تخمک‌گذاری (POF) ، مشاهده نشدند. از این مرحله تصویر مناسبی بدست نیامد.

ب) بیضه

مرحله I (اسپرماتوگونی): اسپرماتوگونی اولیه بزرگ‌تر و کمرنگ‌تر و اسپرماتوگونیاهای ثانویه کوچک‌تر و تیره‌تر بودند. سلول‌های زایای اولیه (PGC) با تقسیم میتوز، اسپرماتوگونیای اولیه و در ادامه اندازه آنها کاهش و در نهایت به اسپرماتوگونیای ثانویه تبدیل می‌شوند. اسپرماتوگونی‌ها بیشتر در مراحل نابالغ بیضه دیده می‌شوند، اگرچه در مراحل بالاتر نیز به مقدار کمتری، مشاهده شدند. در میان سلول‌های بیضه، اسپرماتوگونی بزرگ‌ترین اندازه را داراست. دسته‌های مختلف اسپرماتوگونیاهای تولیدی، توسط لایه‌های فولیکولی احاطه شده و تشکیل کیست می‌دهند.

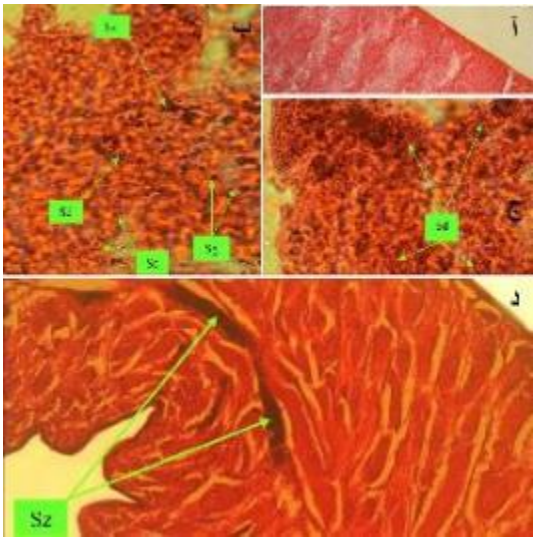
مرحله II (مرحله اسپرماتوژنز): در این مرحله تمامی انواع سلول‌های اسپرم‌ساز قابل مشاهده بود. با تقسیم میتوز اسپرماتوگونیاهای ثانویه، اسپرماتوسیت اولیه ایجاد می‌شود. سلول‌های اسپرماتوگونی به تعداد کمتر در لبول‌های بیضه وجود داشتند. تعداد اسپرماتوسیت‌های اولیه و ثانویه افزایش یافته و در بعضی از لوبول‌های بیضه نیز اسپرماتید قابل مشاهده بود. اسپرماتوسیت‌های ثانویه از اسپرماتوسیت‌های اولیه، کوچک‌تر و تیره‌ترند.

اسپرماتوسیت ثانویه به دلیل دوره زندگی کوتاه، کمتر در بافت‌شناسی بیضه قابل مشاهده است. این سلول‌ها بسرعت به اسپرماتید تبدیل می‌شوند. در این مرحله بیشتر حفرات بیضه حاوی اسپرماتوسیت ثانویه و اسپرماتید هستند (شکل ۹الف). میزان کمی از سلول‌های اسپرماتوزوئید نیز در لوبول‌های بیضه و مجرای اسپرم‌بر، مشاهده می‌شدند (شکل ۹ب).

مرحله III (مرحله اسپرمیوژنز): در این مرحله تعداد اسپرماتیدها و اسپرماتوزوئیدها در لبول‌های بیضه افزایش یافته و میزان اسپرماتوسیت‌های اولیه و ثانویه، کاهش می‌یابند (شکل ۹ج). حاصل تقسیم دوم میوز در هر اسپرماتوسیت ثانویه، دو سلول اسپرماتید خواهد بود.

مرحله IV (مرحله اسپرمیشن): حفرات بیضه اکثراً حاوی اسپرماتید و اسپرماتوزوئید بودند. در این مرحله اسپرماتوزوئیدها به وضوح در حفرات بیضه و مجرای اسپرم‌بر قابل مشاهده بودند و نسبت حجم اسپرم به بافت پیوندی افزایش قابل ملاحظه‌ای یافته بود. در مجرای اسپرم‌بر اصلی، تعداد زیادی اسپرماتوزوئید مشاهده می‌شد (شکل ۹د) و میزان اسپرماتوسیت‌ها بسیار کم شده بود.

مرحله V (مرحله تخلیه): بیضه‌ها دارای فضاهای خالی ناشی از ریزش اسپرم بودند. در حفرات بیضه تعداد اسپرماتوگونیاها در حال افزایش بود. اسپرماتید فقط در بعضی از افراد دیده شد و اسپرماتوزوئید به مقدار کمی در بعضی از لوبول‌ها وجود داشت. از این مرحله تصویر مناسبی بدست نیامد.



شکل ۹: برش عرضی بافت بیضه کوپر (فرمالین، H&E). الف) در مرحله II (۴۰۰×)، ب) در مرحله II (۱۰۰۰×)، ج) در مرحله III (۱۰۰۰×) و د) در مرحله IV (۴۰۰×). اسپرماتوسیت (Sc)، اسپرماتید (Sd)، اسپرماتوگونی (Sg) و اسپرماتوزوئید (Sz).

Figure 9: Cross section of testis of Kingsoldier Bream (Formalin, H&E). A) stage II (X400), B) stage II (X1000), C) stage III (X1000) and D) stage IV of maturity (X1000).

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی روند تغییرات ماهانه GSI در گونه *A. spinifer* در آبهای بوشهر نشان می‌دهد که این شاخص در آذر شروع به افزایش می‌کند و در اسفند به بیشترین مقدار خود رسیده و در نهایت در اردیبهشت بشدت کاهش می‌یابد. از آنجایی که میزان GSI در آذر با ماه‌های دی، بهمن، اسفند و فروردین دارای اختلاف معنی‌دار نبود، می‌توان نتیجه گرفت که این ماهی دارای یک دوره طولانی تولیدمثلی از آذر تا فروردین است. کاهش شدید GSI در اردیبهشت نشان می‌دهد که در فروردین تخم‌ریزی کامل صورت می‌گیرد.

از آنجایی که فاصله دو پیک مشاهده شده در این شاخص زیاد نیست، احتمال این که ماهی یک بار در آذرماه تخم‌ریزی و سپس خود را بازسازی کند تا دوباره در اسفند و فروردین تخم‌ریزی نماید، کم است. در جنس نر بیشترین مقدار این شاخص در آذر بود که با ماه‌های اسفند و فروردین اختلاف معنی‌دار نداشت. اختلاف مشاهده شده در آذر با دی و بهمن، می‌تواند به دلیل مشکلات نمونه‌برداری و تعداد کم نمونه‌ها باشد. از سویی، بیشترین تعداد ماهی نر در آذر بود که می‌تواند بر میزان GSI اثر گذارد و سبب مشاهده بیشترین میزان GSI در این ماه شود که با دی و بهمن نیز اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد. El-Sayed and Abdel-Bary (1993) در آب‌های قطر بلوغ گنادی این ماهی را از دسامبر تا مارس (آذر تا اسفند) (در حداقل دمای آب و فتوپریود) و تخم‌ریزی آن را اواسط تا اواخر آوریل (فروردین) و بیشترین مقدار شاخص گنادی را در ماه مارس (اسفند) گزارش کردند. Grandcourt و همکاران (۲۰۰۴) در منطقه جنوب خلیج فارس نیز شروع بلوغ گنادی را از نوامبر (آبان) یافتند که در ژانویه (دی) به بیشترین مقدار خود می‌رسید و فصل تخم‌ریزی از ژانویه تا آوریل (دی تا فروردین) بود. در مطالعه آنها، اوج شاخص گنادی دو ماه زودتر از مطالعه حاضر بدست آمد و فصل تخم‌ریزی یک ماه زودتر به پایان رسید. McIlwain و همکاران (۲۰۰۶) در دریای عربی دوره تخم‌ریزی این ماهی را بین نوامبر (آبان) الی مارس (اسفند) اعلام کردند که دو ماه زودتر از مطالعه حاضر بود. نتایج مطالعات Al Mamry و همکاران (۲۰۰۹) با سایرین مغایرت زیادی داشت که فصل تخم‌ریزی را در دریای عربی بین ماه‌های سپتامبر تا ژانویه (شهریور الی دی) و اوج آن را در نوامبر (آبان) بیان کردند. تفاوت‌های موجود در مورد فصل تخم‌ریزی بدست آمده ممکن است ناشی از تفاوت‌های مکانی (منطقه‌ای) بین ذخایر مختلف این گونه یا تفاوت‌های منطقه‌ای در تغییرات زمانی دمای سطحی آب باشد که بنظر می‌رسد بر زمان تخم‌ریزی در گونه‌های شانک‌ماهیان مؤثر است (Sarre and Potter, 1999). در مطالعه McIlwain و همکاران (۲۰۰۶) که بر چندین گونه از ماهی‌ها در دریای عربی انجام شد، مشخص گردید که در بیشتر ماهی‌ها، افزایش دما می‌تواند بر بلوغ و تخمک‌گذاری تأثیر گذارد، در حالی که در شانک‌ماهیان، در دوره‌ای که دمای آب کاهش می‌یابد، تخم‌ریزی انجام می‌شود. مطالعه بیولوژی تولیدمثل *Pagrus pagrus* (Manooch, 1976)، *D. sargus* (Mouine *et al*., 2007 Micale *et al*., 1987)، *Boops boops* (Hassan, 1990; El Agamy *et al*., 2004) و *A. spinifer* (El-Sayed and Abdel-Bary, 1993; Grandcourt *et al*., 2004; McIlwain *et al*., 2006; Al Mamry *et al*., 2009) نشان داد که بلوغ گنادی شانک‌ماهیان در زمستان رخ می‌دهد و بین فصل تخم‌ریزی و دمای آب، رابطه معکوس وجود دارد. Abou-Seedo و همکاران (۱۹۹۰) نیز در مورد گونه *D. sargus kotschyi* در خلیج فارس گزارش دادند که تخم‌ریزی آن در زمستان و ابتدای بهار است که دمای آب کاهش می‌یابد. Sadovy (1996) نیز اعلام کرد که بسیاری از شانک‌ماهیان در طول ماه‌های سردتر تخم‌ریزی می‌کنند که این نتایج نیز با نتایج حاضر مطابقت دارد. همزمانی تکامل جنسی مشاهده شده در جنس نر و ماده می‌تواند موجب افزایش موفقیت تولیدمثلی شود (Biswas, 1993). هرچند برای بررسی تکامل گناد ماهی‌ها اخیراً Brown-Patterson و همکاران (۲۰۱۱) کلید چهار مرحله‌ای را ارائه نمودند و در برخی مطالعات نیز استفاده شده است (Dopeikar *et al*., 2015; Abaszadeh *et al*., 2013)، برای هماهنگی و امکان مقایسه با کارهای مشابه (El-Sayed and Abdel-Bary, 1993؛ Grandcourt *et al*., 2004؛ Buxton, 1989؛ McIlwain *et al*., 2006؛ Morato *et al*., 2003؛ Al Mamry *et al*., 2009؛ Biria *et al*., 2012؛ Janbaz *et al*., 2017) در این مطالعه نیز از کلید پنج

مرحله‌ای رسیدگی جنسی استفاده شد. توالی ماهانه مراحل تکامل گنادی (۱ تا ۵)، نوسانات میزان شاخص GSI را تأیید می‌کند. مرحله ۴ (رسیده) برای جنس ماده از آبان تا اردیبهشت مشاهده شد که بیشترین درصد آن در اسفند بود. El-Sayed and Abdel-Bary (1993) نیز بیشترین درصد فراوانی مرحله ۴ را برای این ماهی، در مارس (اسفند) گزارش دادند و در ماه‌های ژوئن (خرداد) تا نوامبر (آبان)، تخمدان‌ها در مراحل اولیه بلوغ بودند. الگوی تکاملی تخمدان ماهی کوپر از نوع قسمی یا متناوب (Partial) است که در این ماهیان دوره تخم‌ریزی طولانی است و در تخمدان‌های آنها، چندین دسته از تخم در مراحل مختلف رسیدگی را می‌توان در هر زمان معین، مشاهده نمود (Biswas, 1993). این نوع تخم‌ریزی و فصل تخم‌ریزی طولانی‌مدت، از ویژگی‌های ماهیان نواحی گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است (Nikolsky, 1963). در تخمدان ماهی کوپر نیز حداقل سه گروه مختلف از تخمک‌ها با قطرهای متفاوت وجود داشت. دسته اول تخمک‌هایی با قطر ۰/۲– ۰/۰۲۵ میلی‌متر بودند که نابالغ، کوچک، شفاف و دارای شکل چندوجهی می‌باشند. این دسته از تخم‌ها، ذخیره تخمکی به حساب می‌آید و در تمام طول سال در تخمدان، حضور دارند. دسته دوم شامل تخمک‌هایی هستند که رشد سیتوپلاسمی و تشکیل زرده دارند، اما رسیده نیستند و قطر آنها ۰/۵-۰/۲ است. دسته سوم شامل تخمک‌های تکامل یافته‌تر بوده و زرده‌دار و رسیده هستند و قطر آنها ۰/۸-۰/۵ می‌باشد. El Agamy و همکاران (۲۰۰۴) در مطالعه شانک‌ماهی *Boops boops* نتیجه گرفتند که ماهی تخمک‌های رسیده خود را طی فصل تخم‌ریزی تخلیه می‌کند و ذخیره تخمکی خود را که شامل گروه اول می‌باشد، برای ادامه فرآیندهای بلوغ در مراحل بعدی و زمان‌های بعدی، حفظ می‌کند. تخمک-های دو دسته دیگر، در طول مدت یک فصل تخم‌ریزی رها می‌شوند.

کوچک‌ترین ماهی صید شده (۱۳/۵ سانتی‌متر)، ماده بالغ بود که نشان می‌دهد طولی که همه ماهی‌ها در آن نابالغ هستند، کمتر از این مقدار است. اما به دلیل فقدان ماهیان کوچک‌تر، امکان تخمین دقیق این طول امکان‌پذیر نبود. El-Sayed و Abdel- Bary (۱۹۹۳) در مطالعه این گونه در آب‌های قطر، گزارش دادند که هیچ ماهی با طول کمتر از ۱۶ سانتی‌متر بالغ نبوده است. برای تعیین Lm_{50} از ماهیانی استفاده شد که در طول دوره بلوغ گنادی جمع‌آوری شده بودند (Mouine et al., 2007)، یعنی افرادی که در مرحله ۲-۵ تکامل گنادی قرار داشتند. Lm_{50} برای جنس ماده ۲۳/۸ سانتی‌متر (طول کل) بدست آمد. Grandcourt و همکاران (۲۰۰۴) برای همین گونه این طول را در جنس ماده ۲۶/۹ سانتی‌متر (طول چنگالی) گزارش کردند. در مطالعه دیگری بر این گونه، Lm_{50} برای ماهیان ماده ۲۸/۶ (طول چنگالی) بدست آمد (McIlwain *et al.*, 2006). Al Mamry و همکاران (۲۰۰۹) این طول را برای ماده‌ها، ۳۷/۲ سانتی‌متر (طول کل) تخمین زدند که تفاوت زیادی با نتایج دیگر دارد. Al Mamry و همکاران (۲۰۰۹) علت این تفاوت را در این می‌دانند که در مطالعه آنها، Lm50 از آنالیز نمونه‌هایی که در فصل تخم‌ریزی تهیه شده بودند، بدست آمد. اما، در مطالعات دیگر، از نمونه‌هایی که در تمام طول سال بدست آمده بودند، استفاده شد. مقایسه نتایج مطالعه حاضر و سایر مطالعات نشان می‌دهد که این ماهی در سواحل ایران در طول کمتری به بلوغ می‌رسد. بلوغ در بسیاری از ماهی‌ها، تابع تغییرات و تاثیرات محیطی است (Wootton, 1992) و یکی از راه‌های پاسخ به کاهش تراکم جمعیت ناشی از فشار صیادی، کاهش طول در اولین بلوغ جنسی می‌باشد (Potts and Wootton, 1989). تفاوت در میزان Lm50 می‌تواند به دلیل کافی نبودن اندازه نمونه نیز باشد (Ismen *et al.*, 2007).

نسبت جنسی در بین ماهی‌های بدست آمده، ۱نر: ۱/۲۵ ماده بدست آمد که به طور قابل توجهی از نسبت موردانتظار تفاوت داشت. McIlwain و همکاران (۲۰۰۶) نسبت جنسی این گونه را ۰/۸۹ به ۱ (ماده به نر) بیان کردند که اختلاف معنی‌دار نداشت. نسبت جنسی نابرابر متمایل به جنس ماده، در نتایج مطالعات دیگری نیز که بر روی این گونه انجام شده بود؛ مشاهده شد (El-Sayed and Abdel-Bary, 1993; Grandcourt *et al.*, 2004). البته موارد دیگری مانند میزان حساسیت هر جنس به ادوات صید، تفاوت در پراکندگی مکانی و زمانی نر و ماده، تفاوت در عادات تغذیه‌ای دو جنس (Wirtz and Morato, 2001)، تفاوت‌های دو جنس در الگوهای مهاجرتی (Sadovy and Shapiro, 1987) و توقف یک

جنس در منطقه تخم‌ریزی به مدت بیشتری نسبت به جنس دیگر (رفتار تولیدمثلی) (Nicolsky, 1963) نیز می‌تواند برای توضیح نسبت جنسی نابرابر مطرح شود. نسبت جنسی طی خرداد تا شهریور که ماهی هیچگونه فعالیت تولیدمثلی ندارد، از نسبت مورد انتظار تفاوت معنی‌دار داشت، اما طی ماه‌های با فعالیت تولیدمثلی تفاوت معنی‌دار نبود. Mouine و همکاران (۲۰۰۷) نیز این نسبت جنسی متغیّر در ماه‌های مختلف را در گونه *D. sargus sargus* مشاهده کردند و نتیجه گرفتند که در خارج از فصل تولیدمثل، جنس‌ها از یکدیگر جدا هستند و در فصل تولیدمثل در کنار هم تجمع می‌یابند. هم‌آوری مطلق در این ماهی بین ۷۹۰۶۱-۲۳۷۴۷۹۶ (۶۸۲۹۴۰ ± ۵۲۷۹۹۸) عدد تخمک بود که تفاوت‌های قابل توجهی را در بین افراد نشان می‌دهد. El-Sayed و Abdel-Bary (۱۹۹۳) میزان هم‌آوری این گونه را در آب‌های قطر ۷۰۶۰۰۰ -۴۷۰۰۰ اعلام کردند. میانگین هم‌آوری از سالی به سال دیگر ممکن است متفاوت باشد (Unlu and Balci, 1993). تفاوت در میزان هم‌آوری به دلیل تفاوت‌های ژنتیکی زیرگونه‌های مختلف و تفاوت در عوامل محیطی مانند دسترسی به غذا، تراکم جمعیت و تغییرات درجه حرارت می‌باشد. Potts و Wooton (۱۹۸۹) عقیده دارند که میزان هم‌آوری تحت تأثیر میزان کاهش ذخایر قرار دارد. همچنین نتایج نشان دادند که میزان هم‌آوری مطلق، با افزایش طول و وزن افزایش می‌یابد، اما با وزن همبستگی بیشتری (r=۰/۸۰۶) دارد. El-Sayed Abdel-Bary (۱۹۹۳) نیز همبستگی بیشتری را بین هم‌آوری مطلق با وزن کل نسبت به طول، گزارش کردند. در گونه *B. boops* نیز میزان هم‌آوری با وزن همبستگی بیشتری از طول نشان داد (El Agamy, 2004). بر اساس اطلاعات این تحقیق نتیجه‌گیری می‌شود که تخمدان این ماهی از نوع غیرهمزمان بوده و فصل تولیدمثل آن در آب‌های خلیج فارس، از آذر الی فروردین است و اوج آن در اسفندماه می‌باشد. در جهت حفظ این ذخیره با ارزش شیلاتی، پیشنهاد می‌گردد که در طول این ماه‌ها، صید ماهی در سواحل بوشهر ممنوع شود.

Quinitio و همکاران (۱۹۹۷) بیان نمودند که سن و طول ماهی از عوامل مهم در القای تغییر جنسیت هستند و بررسی نسبت جنسی ۱۳ خانواده در نواحی گرمسیری نشان داد ماهیانی که الگوی جنسی هرمافرودیت پروتوجینوس (*Protogynus hermaphrodites*) دارند، از روی نسبت جنسی متمایل به سمت ماده در اندازه‌های کوچک‌تر، قابل شناسایی هستند (Sadovy, 1996). در این ماهی نیز نسبت جنسی متمایل به سمت ماده بدست آمد. Buxton و Garratt (۱۹۹۰) نیز اعلام کردند که یکی از راه‌های تشخیص ماهیان هرمافرودیت تناوبی از هرمافرودیت ابتدایی، این است که اندازه متوسط ماهی و مقدار شاخص GSI در بین دو جنس نر و ماده در ماهیان هرمافرودیت تناوبی، با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارد. در مطالعه حاضر، شاخص GSI در نر و ماده اختلاف معنی‌داری را نشان داد، اما در متوسط طول کل نرها و ماده‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در گونه *D. argenteus* نیز در نسبت جنسی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، اما اندازه متوسط نر و ماده اختلاف معنی‌داری نداشت. از آنجایی که در مطالعه حاضر، نرهای با اندازه کوچک و بزرگ مشاهده شد، می‌توان گفت که جمعیت این ماهی دارای نرهای اولیه و ثانویه می‌باشد.

نرهای دوحالته (Bimodal) یعنی تعدادی از نرها حاصل از تغییر جنسیت نیستند (نرهای اولیه) و از ابتدا و در اندازه‌های کوچک، به صورت جنس نر فعالیت می‌کنند. در اندازه‌های بزرگ نیز ماده‌هایی یافت شدند که تغییر جنسیت نداده بودند و همچنان ماده باقی مانده بودند. این خصوصیات نشان داد که همه نرها در جمعیت ماهی مورد مطالعه، حاصل از تغییر جنسیت ماده‌ها نیستند و همه ماده‌ها نیز الزاماً تغییر جنسیت نمی‌دهند که نشان می‌دهد احتمالاً این ماهی یک نمونه تیپیک از پروتوجینی نیست و الگوهای جنسی دیگری نیز مانند هرمافرودیت ابتدایی در آن وجود دارد. در مطالعه بافت گناد در پژوهش حاضر، هیچ گناد بینابینی مشاهده نشد. David و همکاران (۲۰۰۵) نیز برای گونه پروتاندروس *D. argenteus* مشاهده کردند که در اندازه‌های بزرگ، نرهایی وجود دارند که تغییر جنسیت نداده و در اندازه‌های کوچک نیز جنس ماده وجود دارد (ماده‌های اولیه) که حاصل از تغییر جنسیت نبودند که نتیجه گرفتند این ماهی دارای دو نوع ماده است. Al Mamry و همکاران (۲۰۰۹) احتمال دادند که گونه *A. spinifer* به دلیل این که گروه‌های طولی بزرگ‌تر در آن بیشتر شامل ماهیان نر هستند،

هرمافرودیت پروتوجینوس است. اما، بنظر می‌رسد مطالعات بیشتری برای تأیید این مطلب لازم است. Grandcourt و همکاران (۲۰۰۴) از روی نسبت جنسی متمایل به ماده این ماهی در سنین قبل از بلوغ جنسی، آن را هرمافرودیت پروتوجینوس گزارش دادند که نسبت جنسی در طبقات طولی بالاتر از طول بلوغ جنسی، تفاوتی نداشت. McIlwain و همکاران (۲۰۰۶) در نسبت جنسی اختلاف معنی‌دار مشاهده نکردند و از روی توزیع فراوانی طولی دو نمایی در این ماهی آن را پروتوجینوس نامیدند، هرچند عنوان کردند که این توزیع فراوانی دو نمایی می‌تواند حاصل از صید انتخابی، تفاوت در مرگ و میر ناشی از صیادی، الگوی مهاجرتی متفاوت در بین دو جنس و جدایی مکانی و زمانی جنس نر و ماده نیز باشد

بنابراین، *A. spinifer* در آب‌های منطقه بوشهر، یک گونه تخم‌ریز چندباره و با فصل تخم‌ریزی طولانی مدت از آذر تا فروردین می‌باشد که این دوران همزمان با کاهش در دمای آب است. تخم‌ریزی در دفعات متعدد موجب می‌شود که تعداد کل تخم‌های تولید شده افزایش یابد و در طول ماه‌های سردتر که شاید محیط چندان مطلوب نباشد، احتمال رشد و بقای تعداد بیشتری از تخم‌ها و لاروها را فراهم می‌کند. بعلاوه، این ماهی دارای هم‌آوری بالایی می‌باشد که با توجه به این خصوصیات، تهدید چندانی بجز صید بی‌رویه برای آن وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

از کارشناسان محترم پژوهشکده میگوی بوشهر و آزمایشگاه‌های شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان تشکر و قدردانی می‌گردد. هزینه انجام این تحقیق از سوی مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور و دانشگاه صنعتی اصفهان تأمین شده است.

منابع

Abaszadeh, A., Keivany, Y., Soofiani, N.M. and Falahatimarvast, A., 2013. Reproductive biology of the greater lizardfish, *Saurida tumbil* (Bloch, 1795), in Bushehr coastal waters of Iran. Turkish Journal of Zoology, 37: 717-722. DOI: 10.3906/zoo-1301-23.

Abou-Seedo, F., Wright, J.M. and Clayton, D.A., 1990. Aspects of the biology of *Diplodus sargus kotschyi* (Sparidae) from Kuwait Bay. Cybium. 14(3): 217–223.

Al Abdessalaam, T.Z., 1995. Marine species of the Sultanate of Oman. Ministry of Agriculture and Fisheries, Publication no. 46/95, Muscat, 412P.

Al Mamry, J.M., McCarthy, I.D., Richardson C.A. and Ben Meriem, S., 2009. Biology of the kingsoldier bream (*Argyrops spinifer*, Forskal 1775; Sparidae), from the Arabian Sea, Oman. Journal of Applied Ichthyology, 25: 559–564. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2009.01260.x.

Biria, M., Javadzadeh Pourshalkoohi, N.1, Hoseini, S.A. and Velayatzadeh, M., 2012. Investigation of some reproductive characteristic of *Carasobarbus luteus* in Karoon River. Iranian Scientific Fisheries Journal, 26(2): 47-61.

Biswas, S.P., 1993. *Manual of methods in fish biology*. South Asian Publishers, New Delhi, India. 157 pp.

Brown-Peterson, N.J., Wyanski, D.M., Saborido-Rey, F., Macewicz, B.J. and Lowerre-Barbieri, S.K., 2011. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. Marine & Coastal Fisheries, 3: 52-70. DOI: 10.1080/19425120.2011.555724

Buxton, C.D., 1989. Protogynous hermaphroditism in *Chrysohlephus laticeps* (Cuvier) and C. *cristiceps* (Cuvier). (Teleostei: Sparidae). South African Journal of Zoology 24: 212-216. 10.1080/02541858.1989.11448154.

David, G.S., Coutinho, R., Quagio-Grassiotto I. and Verani, J.R., 2005. The reproductive biology of *Diplodus argenteus* (Sparidae) in the coastal upwelling system of Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brazil. African Journal of Marine Sciences, 27(2): 439–447. DOI: 10.2989/18142320509504102.

Dopeikar, H., Keivany, Y. and Shadkhast, M., 2015. Reproductive biology and gonad histology of the Kura Barbel, *Barbus lacerta* (Cyprinidae), in Bibi-Sayyedan River, Tigris basin. North-Western Journal of Zoology, 11(1): 163-170

El Agamy, A., Zaki, M.I., Awad, G.S. and Negm, R.K., 2004. Reproductive biology of *Boops boops* (family sparidae) in the Mediterranean environment. Egyptian Journal of Aquatic Research, 30: 241-254.

El-Sayed, A.F.M. and Abdel-Bary, K., 1993. Population biology of sparid fishes in Qatari waters. 1: Reproductive cycle and fecundity of longspine seabream, *Argyrops spinifer* (Forskal). Qatar University Science Journal, 13(1): 177-181.

Ghanbarzadeh, M., Soofiani, N.M., Keivany, Y. and Motlagh, S.A.T., 2014a. Use of otolith length and weight in age estimations of the kingsoldier bream, *Argyrops spinifer*, in the Persian Gulf. Iranian Journal of Ichthyology, 1(1): 1-6

Ghanbarzadeh, M., Soofiani, N.M., Keivany, Y. and Motlagh, S.A.T., 2014b. Feeding habits of the King soldier bream, *Argyrops spinifer* (Forskål, 1775) (Perciformes: Sparidae), in the northern Persian Gulf. Journal of Applied Ichthyology, 30(3): 485-489.DOI: 10.1111/jai.12397.

Ghanbarzadeh, M., Keivany, Y. and Soofiani, N.M., 2014c. Population dynamics of the sparid fish, *Argyrops spinifer* (Teleostei: Sparidae) in coastal waters of the Persian Gulf. Iranian Journal of Science and Technology, 41(2): 313-319 DOI 10.1007/s40995-017-0259-0.

Grandcourt, E.M., Al Abdessalaam, T.Z., Francis, F. and Al Shamsi, A.T., 2004. Biology and stock assessment of the Sparids, *Acanthopagrus bifasciatus* and *Argyrops spinifer* (Forsskål, 1775), in the Southern Arabian Gulf. Fisheries Research, 69: 7–20. DOI: 10.1016/j.fishres.2004.04.006.

Hassan, M.W.A., 1990. Comparative biological studies between two species of family family sparidae, *Boops boops* and *Boops salpa* in the Egyptian Mediterranean waters. M.Sc Thesis, Faculty of Science, University of Alexandria. 198P.

Humason, G.L., 1979. Animal Tissue Techniques. 4th Edition. Freeman, USA.

Ismen, A., Yıgın, C. and Ismen, P., 2007. Age, growth, reproductive biology and feed of the common guitarfish (*Rhinobatos rhinobatos* Linnaeus, 1758) in Iskenderun Bay, the eastern Mediterranean Sea. Fisheries Research, 84: 263–269. DOI: 10.1016/j.fishres.2006.12.002.

Janbaz, A.A., Fazli, H., Pourgholam, R. and Afraei Bandpei, M., 2017. Reproduction, sexual maturity and fecundity of anchovy kilka (*Clupeonella engrauliformis* Svetovidov 1941) in Iranian waters of the Caspian Sea. Iranian Scientific Fisheries Journal, 20(4): 21-32.

Manooch, C.S., 1976. Reproductive cycle, fecundity, and sex ratios of the red porgy, *Pagrus pagrus* (Pisces: Sparidae) in North Carolina. Fisheries Bulletin, 74(4): 775-781.

McIlwain, J., Hermosa, G.V., Claereboudt, M., Al-Oufi, H.S. and Al-Awi, M., 2006. Spawning and reproductive patterns of six

exploited finfish species from the Arabian Sea, Sultanate of Oman. Journal of Applied Ichthyology, 22: 167–176. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00723.x.

Micale, V., Perdichizzi, F. and Santangelo, G., 1987. The gonadal cycle of captive whitebream *Diplodus sargus* (L). Journal of Fish Biology, 31: 435-440. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1987.tb05247.x.

Morato, T., Afonso, P., Lourinho, P., Nash, R.D.M. and Santos, R.S., 2003. Reproductive biology and recruitment of the White Sea bream in the Azores. Journal of Fish Biology, 63: 59–72. DOI: 10.1046/j.1095-8649.2003.00129.x.

Mouine, N., Francour, P., Ktari, M.H. and Chakroun-Marzouk, N., 2007. The reproductive biology of *Diplodus sargus sargus* in the Gulf of Tunis (central Mediterranean). Scientia Marina, 71(3): 461-469. DOI: http://dx.doi.org/10. 3989/ scimar. 2007.71n3461.

Nikolsky, G.V. 1963. The ecology of fishes. Academic press, London and New York.

Orrell, T.M., Carpenter, K.E., Musick, J.A. and Graves, J.E., 2002. Phylogenetic and biogeographic analysis of the Sparidae (Peciformes: Percoidei) from cytochrome b sequences. Copeia, 3: 618. DOI: 10.1643/0045-8511(2002)002

Potts, G.W. and Wootten, R.J. 1989. Fish reproduction: Strategies tactics. Academic Press. 410P.

Quinitio, G.F., Caberoy, N.B. and Reyes, D.M., 1997. Induction of sex change in Female *Epinephelus coioides* by social control. Israeli Journal of Aquaculture. Bamidgeh, 49(2): 77-83.

Randall, J.E., 1995. Coastal fishes of Oman. University of Hawaii Press, Honolulu, Hawaii. 439P.

Randall, J.E., Allen, G.R. and Steene, R.C., 1997. Fishes of the Great Barrier Reef and Coral Sea. University of Hawaii Press, Honolulu, Hawaii. 507P.

Sadovy, Y. and Shapiro, D.Y., 1987. Criteria for the diagnosis of hermaphroditism in fishes. Copeia, 1987: 136-156.

Sadovy, Y.J., 1996. Reproduction of reef fishery species. *In*: N.V.C. Polunin and C.M. Roberts (Eds.), Reef Fisheries. Chapman & Hall, London. pp. 15–59.

Sarre, G.A. and Potter, I.C., 1999. Comparisons between the reproductive biology of black bream *Acanthopagrus butcheri* (Teleostei: Sparidae) in four estuaries with widely differing characteristics. International Journal of Salt Lake Research, 8: 179–210.

Sommer, C., Schneider, W. and Poutiers, J.M., 1996. FAO Species Identification Field Guide for Fishery Purposes. The living marine resources of Somalia. FAO, Rome, 376P.

Unlu, E. and Balci, K., 1993. Observation on the reproduction of *Leucis cephalus orientalis* (Cyprinidae) in Savur Streem (Turkey). Cybium, 17(3): 241-250.

Wirtz, P. and Morato, T., 2001. Unequal sex ratios in longline catches. Journal of Marine Biology Association UK. 80: 187–188. DOI: 10.1017/S0025315401003629.

Wootton, R.J., 1992. Fish ecology. Chapman and Hall. 185P.

Reproductive Biology of Kingsoldier Bream (*Argyrops spinifer*) in the Persian Gulf

Hamzeh S.[1]; Keivany Y.[1*]; Mahboobi Soofiani N.[1]; Aein Jamshid Kh.[2]

[*]Email: keivany@cc.iut.ac.ir

1- Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan 84156-83111, Iran
2- Iranian Shrimp Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bushehr, Iran

Abstract

The reproductive characteristics of 639 specimens of kingsoldier bream, *Argyrops spinifer*, a commercial species of Sparidae family in the Persian Gulf were investigated by monthly sampling during June 2010 to May 2011. Samples were caught by local fisherman using trawl net in waters of Bushehr province. Each month, a total of 50-60 specimens of fish were examined, on average. Total length ranged from 15-61 (24±6.6) cm in males and 13-64 (24.0±7.9) cm in females and total weight ranged 77-3450 (323.6±319) g and 52-4162 (370±465) g in males and females, respectively. Total length (Lm_{50}) and age (Am_{50}) at first maturity were estimated as 30 cm and 5 years for males and 31 cm and 6 years for females, this indicate that *A. spinifer* is exploited below the mean size at sexual maturity. The overall sex ratio was 1.25F:1M and were significantly different from the expected ratio ($p<0.05$). The highest value of condition factor was observed in January for females and in February for males. The minimum, maximum and average absolute fecundity were 79000, 2375000 and 683000±528000, respectively for females 17-47 cm total length and weighing 117-1666 g. The relationship between absolute fecundity and fish total length was represented by the following linear equation: F= 54417L–92699 (r= 0.77), and a linear equation: F= 1165W+41595 (r= 0.81) was found between absolute fecundity and fish weight. The analysis of ova diameter for the species revealed that there are three egg batches in ripe ovary of *A. spinifer* and swing diameter of eggs in the ovaries of these fish throughout the year, was between 25-800 microns. Regarding gonado-somatic index (GSI) values, oocyte diameter, histological studies and abundance of different stages of maturity at different month, it seems that spawning of *A. spinifer* occurs from December to April. Indeed, gonad maturation started from December and spawning completed in March and April. Long spawning season suggests that *A. spinifer* is a multiple spawner with an asynchronous ovary. This finding could be confirmed by oocyte diameter and histological studies, too. The results of the present study presume state of both protogyny and rudimentary hermaphroditism in *A. spinifer*.

Keywords: Kingsoldier bream, *Argyrops spinifer*, Sparidae, Persian Gulf, Reproductive characteristics

[*]Corresponding author