

آماده انتشار

زیست شناسی تولید مثل ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766) در آبهای شمالی خلیج فارس (استان هرمزگان)

Reproduction biology of *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766) in the northern waters of Persian Gulf (Hormozgan province)

بهنام دقوچی

استادیار پژوهشگاه اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی. بندرعباس ایران

پست الکترونیکی: b.daghooghi@gmail.com

Behnam Daghooghi

Assistant Professor, Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran 2 Marine Medicine Research Center, Tehran, Iran

b.daghooghi@gmail.com

doi: 10.22069/japu.2024.22898.1911

تاریخ دریافت: 1403-07-30

تاریخ ویرایش: 1403-08-20

تاریخ پذیرش: 1403-09-03

Abstract:

Considering the importance and need of Fisheries organization in the direction of reproduction and breeding of cobia due to its high growth rate and the lack of comprehensive research on the biology of this fish in Iran, reproduction biology of cobia (*Rachycentron canadum*) were investigated from October 2021 to December 2022 (12 months) in waters of Hormozgan province (northern part of Persian Gulf) from the western end (Javad Al-Aimeh port) to the eastern end (Gabrik port). The reproduction cycle, sexual maturity, sex ratio, Fecundity, Lm50 of cobia were studied from total of 509 specimens ranged from 19 to 159 cm fork length. Gonadosomatic index peaked during spring and summer with main peak in June. Spontaneous spawning occurs around the year with peak in June. The overall female to male ratio was significantly 1 : 1.49 ($P < 0.05$). Batch fecundity were estimated 1684954 ± 118990 in 15 females. Relationship between total length and fecundity were calculated $F = 1.3717 TL^{2.9567}$ ($r^2 = 0.82$). Females reached 50% sexual maturity at 81.25 cm FL. Due to the spawning time of this fish, it is suggested to ban fishing in cobia in the spring season in order to manage the catch. On the other hand, considering that this fish is native, it can be considered as a good candidate for the reproduction industry and then breeding fish in cages.

Key words: Cobia, Sex ratio, Fecundity, spawning season, Persian Gulf.

چکیده

با توجه به اهمیت و نیاز سازمان شیلات در راستای تکثیر و پرورش ماهی سوکلا بدلیل برخوردار بودن از سرعت رشد بالا و عدم وجود تحقیق جامعی در خصوص زیست شناسی این ماهی در ایران، بررسی بر روی تولید مثل ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*) از مهر ماه ۱۴۰۰ الی شهریور ۱۴۰۱ به مدت ۱۲ ماه در آبهای استان هرمزگان (بخش شمالی خلیج فارس) از منتهی الیه غربی (بندر جواد الائمه) تا منتهی الیه شرقی (بندر گابریک) صورت پذیرفت. تعداد ۵۰۹ ماهی سوکلا با طول چنگالی ۱۹ تا ۱۵۹ سانتیمتر مورد زیست سنجی، کالبد شکافی و بررسی زیستی قرار گرفت. بررسیهای تولید مثلی نشان داد که این ماهی دارای دو اوج تخم ریزی بهاره و تابستانه است که تخم ریزی اصلی آن در خرداد ماه است. نسبت جنسی نر: ماده برابر ۱/۴۹:۱ و میزان X^2 برابر ۱۰/۰۲ بود که اختلاف معنی داری با سطح قابل انتظار ۱:۱ ($P < ۰/۰۵$) نشان داد. هم آوری مطلق این ماهی 118990 ± 1684954 بدست آمد متوسط قطر تخمک نیز ۰/۹۷ میلی متر بدست آمد. طول اولین بلوغ برای ماهی سوکلا ۸۱/۲۵ سانتیمتر محاسبه گردید. با توجه به زمان تخم ریزی این ماهی، ممنوعیت صید سوکلا در فصل بهار به منظور اعمال مدیریت بهنه صید پیشنهاد میگردد، از طرفی این ماهی با توجه به بومی بودن، می تواند کاندید مناسبی برای صنعت تکثیر و سپس پرورش ماهی در قفس در نظر گرفته شود.

کلمات کلیدی: ماهی سوکلا ، فصل تخم‌ریزی، نسبت نسی، هم آوری، خلیج فارس

مقدمه

ماهی سوکلا با نام علمی *Rachycentron canadom* (Linnaeus, 1766) تنها گونه در خانواده Rachycentridae می باشد . سوکلا یک ماهی مهاجر و پلاژیک است که در تمامی دریا‌های گرمسیری و معتدل سراسر دنیا (بجز اقیانوس آرام شرقی) پراکندگی دارد. در اقیانوس آتلانتیک غربی، سوکلا از جنوب اسکاتلند تا آرژانتین ، در اقیانوس آتلانتیک شرقی، از مراکش تا جنوب آفریقا و در اقیانوس آرام غربی از ژاپن تا استرالیا یافت می گردد (۲۱).

درجه حرارتی از آب که می توان این ماهی را در آن یافت ، در حدود ۱۶/۸ تا ۳۲ درجه سانتی گراد است و در فصل پاییز و زمستان ، همزمان با سرد شدن آب ، به سوی آبهای گرمتر مهاجرت کرده و در فصل بهار، دوباره به محل خود بر می گردد. درجه شوری مناسب برای زیست این ماهی بین ۲۲/۵ تا ۴۴/۵ جزء در هزار بوده، اما امکان سازش با مقادیر پایین تر شوری نیز وجود دارد و در شوری ۸ جزء در هزار نیز یافت شده است (۲).

این ماهی ، شناگر سطحی بوده و بطور وسیعی بصورت تکی یا منفرد (Solitary) و یا در دسته های کوچک (گله های ۲-۸ تایی) مشاهده می شود ولی در زمان تخم‌ریزی سالانه بصورت تجمعی مشاهده می شوند و رفتار گله ای دارند (۲).

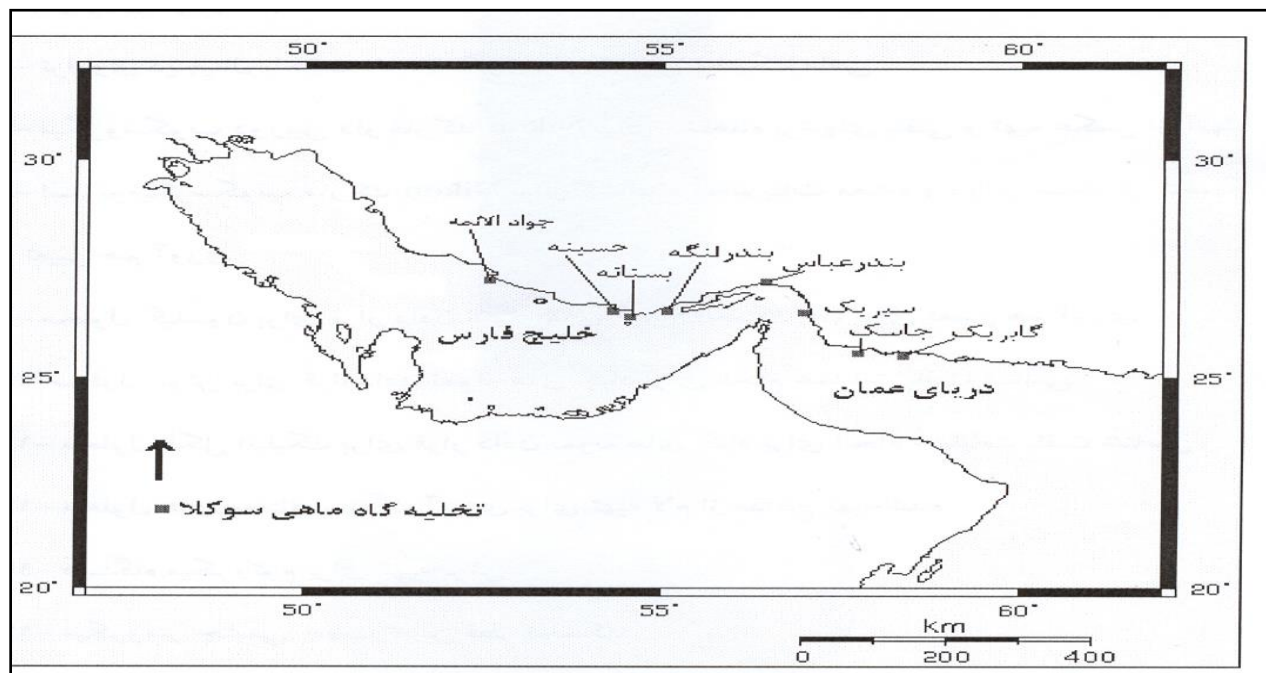
ماهی سوکلا دارای جنس های جدا از هم می باشد. تفاوت های ظاهری جنس نر و ماده محدود است و نمی توان براحتی جنس نر و ماده را از هم تشخیص داد. جنس ماده دارای تفاوت های اندکی با جنس نر است. مثلاً شکم جنس ماده نرمتر از شکم سخت تر و استوانه ای تر جنس نر است. برای تعیین جنسیت از روی ظاهر ماهی ، فرم بدن بعنوان یک شاخص قابل استفاده است (۳). از نظر نوع تخم‌ریزی، سوکلا یک ماهی Multiple batch spawner و تخم ریز سطحی بوده و فصل تخم‌ریزی آن بیش از چند ماه بطول می انجامد و ممکن است که بیش از ۲۰ تخم‌ریزی در یک فصل (با فواصل حدود ۱ تا ۲ هفته) صورت گیرد. در طول فصل تخم‌ریزی ، بالغین از سمت ساحل مهاجرت کرده و تخم‌ریزی در آبهای دور از ساحل و در حالت تجمعی یا (Aggregations) صورت می گیرد. این ماهی ممکن است که متناوباً هر ۴ روز یکبار در زمان اوج ، تخم‌ریزی نماید (۴). تخم‌ریزی در دهانه خلیج ها و تنگه ها رخ می دهد (۷۵و۷۶). سخت جان بودن (پرطاقتی) ، سرعت رشد زیاد و کیفیت بالای

گوشت ، سوکلا را بعنوان یک ماهی مناسب برای تکثیر و پرورش مطرح نموده است. علاوه بر لذیذ بودن گوشت، این ماهی سرعت رشد زیادی نیز دارد. ماهی سوکلا پرورشی دارای نرخ تبدیل غذایی (FCR) پایینی است و امروزه بسیاری از کشورها، این ماهی را تکثیر و پرورش می دهند(۳). هر چند تولید تجاری سوکلا تنها در سالیان اخیر در غرب شروع شده است ولی تاریخچه موفقیت در آسیا ، خصوصا در تایوان دارد که این ماهی را در ۸۰٪ قفسهای پرورشی در دریا نگهداری می کنند و جهت مصرف در خود این کشور و یا صادرات به ژاپن مورد استفاده قرار می دهند (۳).

در ایران ، تحقیق جامعی در خصوص زیست شناسی تولید مثل این گونه صورت نگرفته بود و هدف از این تحقیق، دستیابی به اطلاعات دقیق در خصوص کلیه فاکتورهای تولید مثلی این ماهی از قبیل فصل تخمیزی، نحوه تخمیزی، میزان هماوری، نسبت جنسی ، طول بلوغ و قطر تخمک در آبهای استان هرمزگان(شمال خلیج فارس) بود، تا بتوان با در نظر گرفتن فصل تخمیزی و ممنوعیت صید این در فصل از طریق بخش اجرا ،نسبت به اعمال مدیریت صحیح صید این ماهی اقدام نمود.همچنین اطلاعات کسب شده در این تحقیق میتواند کمک شایانی برای صنعت تکثیر و پرورش این ماهی ارزشمند باشد.

مواد و روشها

منطقه مورد بررسی: در این پژوهش، محدوده آبهای استان هرمزگان از بندر جواد الائمه در منتهی الیه غرب استان تا بندرگابریک در منتهی الیه شرق استان مورد بررسی قرار گرفت. کلیه مناطق تخلیه صید در این مسیر شامل بندر جواد الائمه، بستانه، لنگه، کنگ، بندرعباس، سیریک، جاسک و گابریک بطور ماهانه مورد بازدید و نمونه برداری واقع شد (نقشه شماره ۱).



نقشه شماره ۱: مکانهای تخلیه صید و نمونه برداری ماهی سوکلا در استان هرمزگان (۱۴۰۱-۱۴۰۰)

عملیات نمونه برداری: عملیات نمونه برداری از مهرماه ۱۴۰۱ لغایت شهریور ماه ۱۴۰۲ به مدت ۱۲ ماه از کلیه مناطق تخلیه صید در بنادر استان (حد فاصل غرب تا شرق استان) و همچنین بازار ماهی فروشان بندرعباس صورت پذیرفت. کلیه مناطق مذکور بطور ماهانه سرکشی شد و تعداد ۵۰۹ قطعه ماهی سوکلا، از نظر طول کل (T.L) طول چنگالی (F.L)، وزن کل بدن (T.W) زیست سنجی شده و در فرم های مخصوص ثبت شد. تعداد ۴۵-۴۰ قطعه ماهی نیز بطور ماهانه خریداری شده و به آزمایشگاه انتقال داده شد. در زیست سنجی ماهیان، طول کل و طول چنگالی توسط خط کش زیست سنجی با دقت ۱ سانتی متر و وزن کل نیز بوسیله ترازوی کفه ای با دقت ۱ گرم اندازه گیری شدند.

کلیه نمونه های خریداری شده، پس از انتقال به آزمایشگاه و پس از انجام مراحل زیست سنجی ذکر شده در بالا، کالبد شکافی شده و از نظر وزن گناد، نوع جنسیت، مرحله گنادی مورد بررسی قرار گرفتند کلیه اطلاعات جمع آوری شده با ذکر کد ماهی و تاریخ، در فرم های مخصوص ثبت شد.

تعیین هم آوری^۱: از هر غده جنسی در مرحله بالا (مراحل ۳ و ۴) که دارای تخمک های قابل مشاهده بودند، ۳ قطعه (از ناحیه قدامی، میانی و خلفی) برداشت گردید و پس از توزین، بطور جداگانه در ظروف کوچک حاوی محلول گیلسون قرار داده شد. ظروف مذکور به مدت ۲-۳ ماه درون محلول یاد شده و به دور از نور قرار داده شد و برای جداشدن بافت های هم بند از سایر بافت های گناد، بصورت هفتگی بهم زده شدند. محلول گیلسون سبب جداسازی تخمک ها از سایر بافتهای غدد جنسی می گردد (۸). سپس بعد از طی مدت فوق، محلول حاوی تخمک، از صافی با چشمه ۵۵ میکرون عبور داده شد و پس از شستشوی کامل و جدا سازی قطعات اضافه، تخمک های باقیمانده در صافی، به پتری دیش انتقال داده شد و پس از رطوبت گیری، توسط ترازوی ۰/۰۰۱ گرمی توزین شده و سپس ۳ زیر نمونه ۰/۰۱ گرمی از هر نمونه برداشت گردید و تعداد تخم های موجود در هر زیر نمونه با استفاده از استریومیکروسکوپ شمارش و میانگین آنها مورد محاسبه قرار گرفتند. با استفاده از معادله (۱) هم آوری مطلق هر ماهی تعیین گردید (۹).

$$F = \frac{nG}{g} \quad \text{معادله (۱)}$$

F: میزان هم آوری مطلق^۲

n: میانگین تعداد تخم ها در هر زیر نمونه

G: وزن کل گناد ماهی ماده

¹ Fecundity

² Absolute fecundity

g: وزن زیر نمونه

همچنین هم آوری نسبی^۳ (F_R) با استفاده از معادله (۲) محاسبه شد

$$F_R = \frac{F}{W} \quad \text{معادله (۲)}$$

F_R : میزان هم آوری نسبی

F: هم آوری مطلق

W: وزن کل ماهی

تعیین نسبت جنسی^۴: برای بدست آوردن نسبت جنسی از تعداد ماهی های نر و ماده کالبد شکافی شده طی هر ماه در زمان نمونه برداری استفاده شد. از آزمون مربع کای (X^2) معادله ۳ جهت معنی دار بودن اختلاف تعداد نرها و ماده ها در نسبت قابل انتظار (۱ : ۱) استفاده گردید.

$$X^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad \text{معادله (۳)}$$

O_i : مشاهدات تجربی بدست آمده در زمان نمونه گیری

E_i : مشاهدات نظری قابل انتظار

تعیین طول بلوغ (LM50): تعیین اندازه ماهی در زمان بلوغ با استفاده از معادله ۴ و با روش حداقل مربعات (۱۰) در نرم افزار Excel صورت پذیرفت. در این روش ماهیانی که تخمدان آنها در مراحل ۳ و ۴ و ۵ قرار داشتند بعنوان ماهی بالغ در نظر گرفته شده اند.

$$P = 1 / (1 + \exp[-r_m(L - LM_{50})]) \quad \text{معادله (۴)}$$

P: درصد ماهیان بالغ

³ Relative fecundity

⁴ Sex Ratio

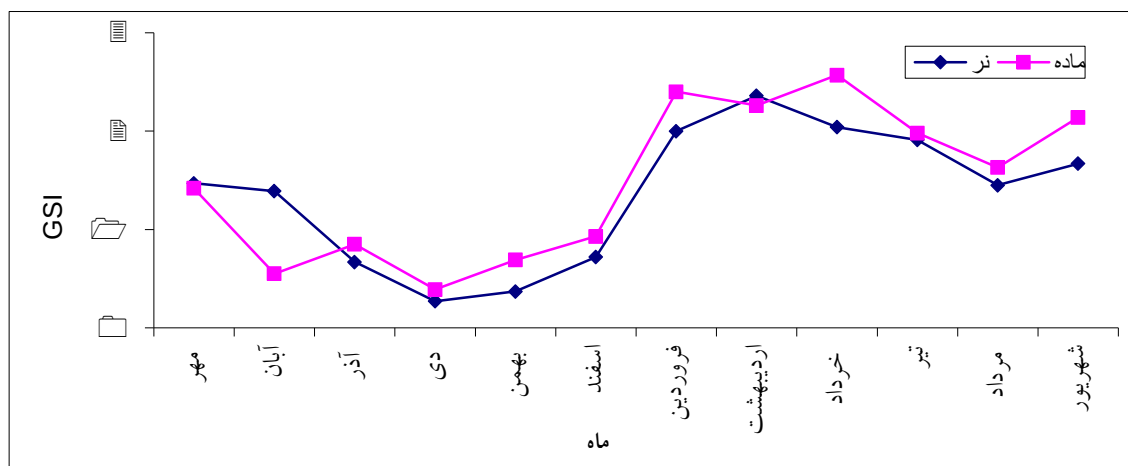
r_m : شیب منحنی

LM_{50} : طول ماهی در زمان رسیدگی جنسی (طولی که درصدی (P) از ماهیها در آن به بلوغ رسیده اند)

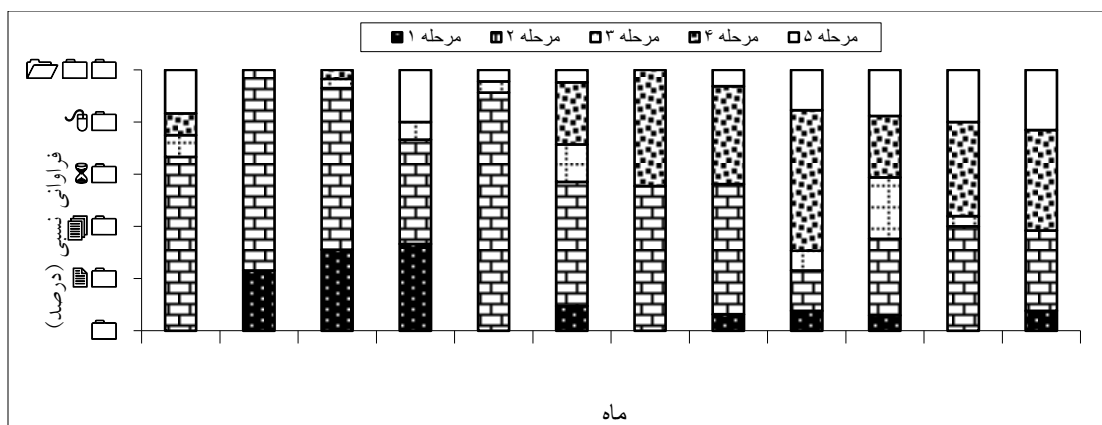
L: طول کل (میلی متر)

نتایج

فصل تخم ریزی: در طول دوره بررسی، تعداد ۵۰۹ ماهی سوکلا مورد زیست سنجی کامل قرار گرفته و با استفاده از وزن ماهی و وزن گناد، شاخص گنادوسوماتیک (Gonadosomatic Index) یا GSI برای هر ماهی محاسبه و میانگین ماهانه آن تعیین گردید و نمودار آن ترسیم شد. بر اساس نتایج بدست آمده، ماهی سوکلا دارای دو اوج تخم ریزی می باشد که اولین آن در بهار و در خرداد ماه (فصل تخم ریزی اصلی) و دومین آن در تابستان و در شهریور ماه می باشد (که اهمیت کمتری دارد). بیشترین و کمترین GSI در جنس نر بترتیب در اردیبهشت و دی ماه (وزن بین ۰/۹ تا ۳۴ کیلوگرم) و بیشترین و کمترین GSI در جنس ماده بترتیب در خرداد و دی ماه (۰/۵ تا ۳۲ کیلوگرم) بدست آمد (شکل شماره ۱). همچنین میزان فراوانی نسبی مراحل مختلف باروری جنس ماده نیز در ماههای مختلف سال سنجیده شد که بیشترین فراوانی مرحله ۴ (مرحله تخم ریزی) در ماههای خرداد و کمترین آن در ماههای آبان تا دی ماه مشاهده شد (تصویر شماره ۲).

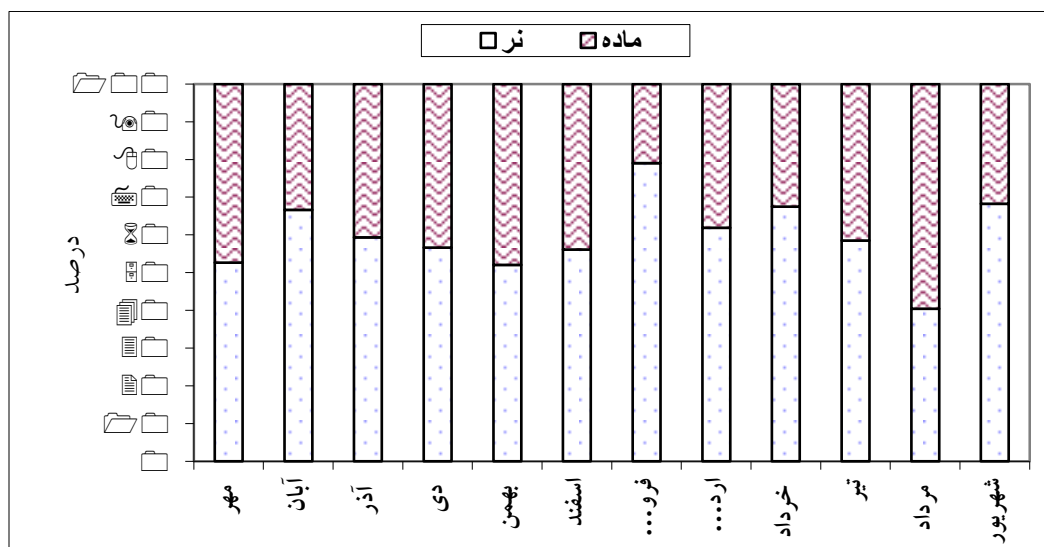


شکل ۱ - تغییرات ماهانه شاخص گنادوسوماتیک در ماهی سوکلا در آبهای استان هرمزگان به تفکیک جنس (۱۴۰۰-۱۴۰۱)



شکل ۲- فراوانی نسبی مراحل باروری جنس ماده ماهی سوکلا در آبهای استان هرمزگان (۱۴۰۰-۱۴۰۱)

نسبت جنسی: نسبت جنسی نر به ماده برای ماهی سوکلا در ماههای مختلف سال تعیین گردید نشان داده شده است. تعداد کل نمونه های مورد بررسی ۵۰۹ عدد ماهی بود که از این تعداد، ۳۰۵ عدد نر و ۲۰۴ عدد ماده بودند و نسبت جنسی آنها (نر : ماده) ۱/۴۹ : ۱ محاسبه شد. مقادیر χ^2 بطور ماهانه محاسبه شد (جدول شماره ۲). محاسبه χ^2 برای این ماهی طی دوره یکساله و نشان دهنده اختلاف معنی دار با سطح قابل انتظار می باشد ($P < 0.05$) ($\chi^2 > 10.02$) (شکل شماره ۳). همچنین مقادیر χ^2 برای کلاسه های طولی مختلف محاسبه شد که در کلاس های طولی بین ۹۰-۶۰ سانتیمتر و کلاس طولی بین ۱۳۰-۱۲۰ سانتیمتر اختلاف معنی دار با سطح قابل انتظار داشت ولی در بقیه کلاسه ها، اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول شماره ۱).



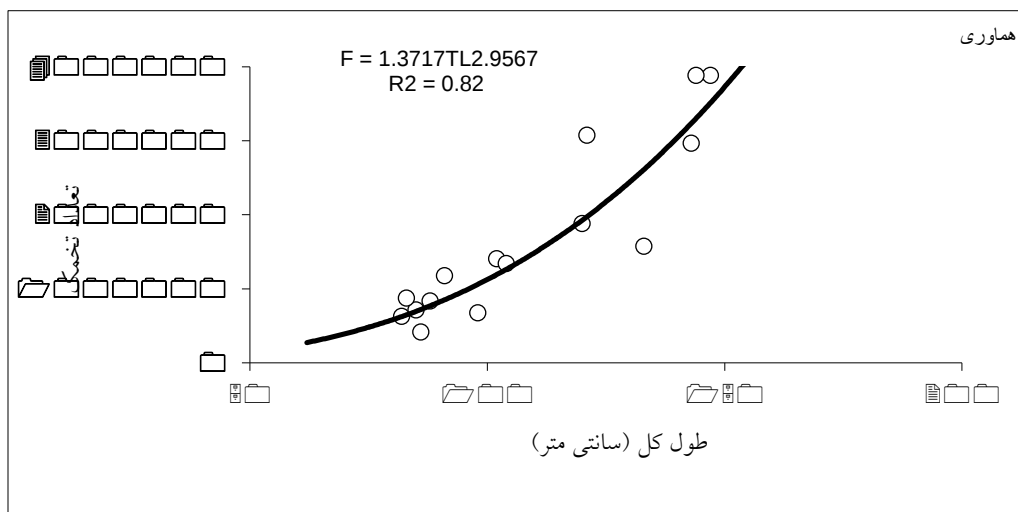
شکل ۳- فراوانی نسبی جنس نر و ماده ماهی سوکلا در آبهای استان هرمزگان (۱۴۰۰-۱۴۰۱)

جدول شماره ۱ : تغییرات ماهانه نسبت جنسی نر به ماده ماهی سوکلا در آبهای استان هرمزگان (۱۴۰۰-۱۴۰۱)

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	مجموع
تعداد	۳۴	۲۶	۲۷	۲۴	۱۷	۲۸	۲۰	۲۶	۳۸	۱۷	۲۵	۲۳	۳۰۵

ماده	Oi	۹	۱۶	۱۳	۱۷	۲۵	۱۳	۱۸	۱۳	۲۶	۱۳	۲۳	۱۸	۲۰۴
میانگین		۲۱/۵	۲۱	۲۰	۲۰/۵	۲۱	۲۰/۵	۱۹	۱۹/۵	۳۲	۱۵	۴۸	۲۰/۵	۲۵۴/۵
مربع کای		۷/۲۶	۱/۱۹	۲/۴۵	۰/۵۹	۰/۷۶	۲/۷۴	۰/۰۵	۲/۱۶	۱/۱۲	۰/۲۶	۰/۰۴	۰/۳	۱۰/۰۲
نسبت جنسی		۳/۷۷:۱	۱/۶۲:۱	:۱	:۱	:۱	۲/۱۵:۱	:۱	۲:۱	:۱	:۱	:۱	:۱	:۱
ماده: نر			۲/۰۷	۱/۴۱	۰/۶۸		۱/۱		۲/۳۷	۱/۳۱	۱/۱	۱/۲۷	۱/۴۹	

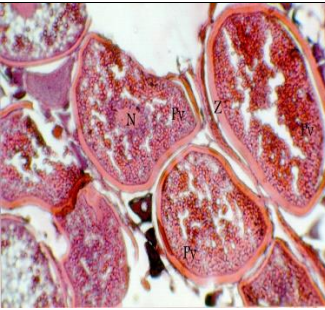
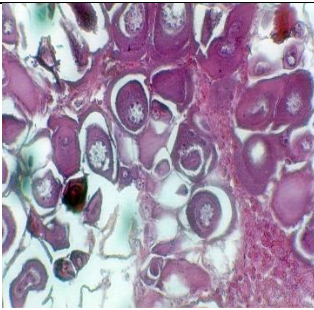
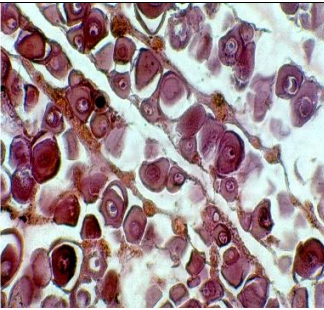
هم آوری: نتایج حاصل از بررسی تعداد ۲۰۴ عدد ماهی ماده سوکلا معلوم کرد که تعداد ۱۳ عدد از آنها دارای تخمدان مرحله ۳ و ۴۲ عدد از آنها دارای تخمدان مرحله ۴ بودند. که ۱۵ عدد از آنها برای تعیین هم آوری مورد استفاده قرار گرفتند. میزان هم آوری مطلق و نسبی برای ماهی سوکلا محاسبه شد. حداکثر هم آوری مطلق محاسبه شده برای ماهی سوکلا در مرحله ۴ با طول کل ۱۴۷ سانتی متر به میزان ۳۸۸۰۷۲۴ عدد تخمک و حداقل آن با طول کل ۸۶ سانتی متر به میزان ۴۱۲۲۸۵ عدد تخمک بود (مرحله ۴). میانگین هم آوری مطلق به میزان 1189900 ± 1684954 عدد تخمک در هر تخمدان ماهی سوکلا محاسبه شد. رابطه طول کل - هم آوری مطلق برای ماهی سوکلا به صورت $L^{2.9567} = 1/3717$ هم آوری ($R^2 = 0.82$) و (تعداد = ۱۵) محاسبه شد (شکل شماره ۴). جهت اندازه گیری قطر تخمک، از تعدادی از تخمکهای رسیده و از سه بخش مختلف خلفی، میانی و قدامی تخمک برداشت شد و پس از اندازه گیری تعداد ۶۰ عدد تخمک از هر بخش و گرفتن میانگین، قطر متوسط تخمک این ماهی ۰/۹۷ میلی متر محاسبه شد (حداقل قطر تخمک ۰/۴۷ و حداکثر آن ۱/۱۲ میلی متر بود).



شکل ۴ - رابطه میزان هم آوری - طول کل در ماهی سوکلا در آبهای استان هرمزگان (۱۴۰۰-۱۴۰۱)

بررسی مراحل جنسی ماهانه در جنس ماده ماهی سوکلا نشان داد که بیشترین درصد رسیدگی جنسی تخمدان (مرحله ۴) خرداد

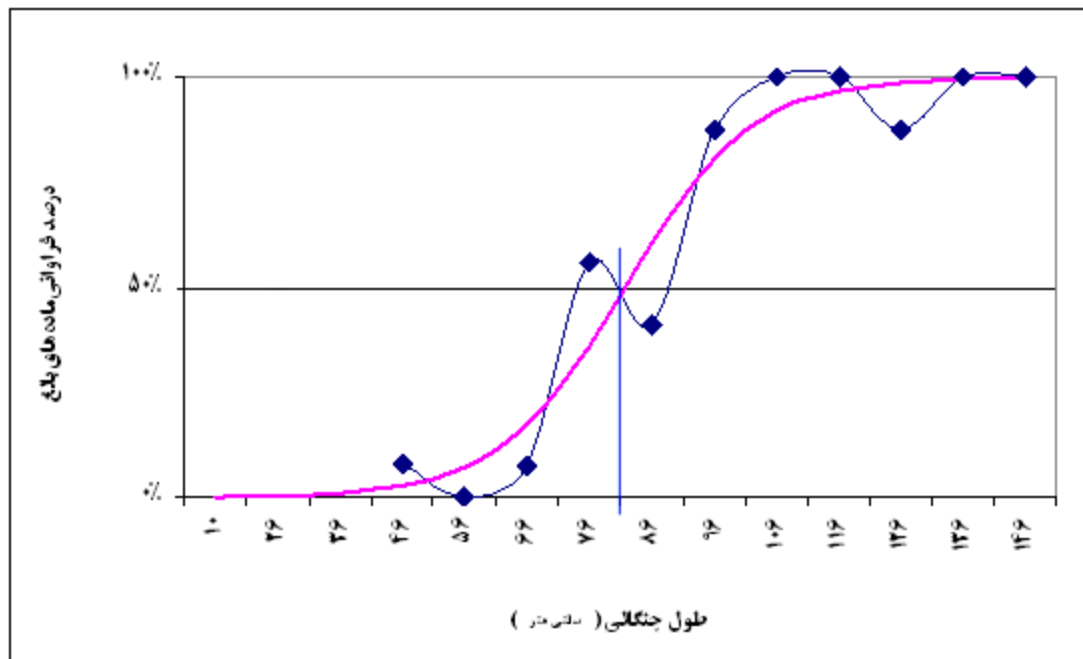
ماه با ۵۳/۸ درصد و کمترین آن آبان، دی و بهمن ماه با صفر درصد می باشد (اشکال شماره ۵ تا ۸).

			
شکل ۸: نمایی از برش تخمدان مرحله ۴ باروری (در این مرحله سلول پر از زرده است و هسته در کنار دیواره سلول است)	شکل ۷: نمایی از برش تخمدان - مرحله ۳ = پری ویتلوژن PV = هسته N باروری : زونارادیاتای Z (زرده اولیه)	شکل ۶: نمایی از برش تخمدان - اوایل مرحله ۲ باروری (هسته ها دارای یک هستک می باشند)	شکل ۵: نمایی از برش تخمدان - اواخر مرحله ۱ باروری (هسته ها دارای یک هستک می باشند)

طول ماهی در زمان بلوغ: برای محاسبه طول ماهی در زمان بلوغ، ابتدا بر اساس طول کل، ماهیها دسته بندی شده و سپس با در

نظر گرفتن درصد فراوانی مراحل رسیده باروری در هر کلاس طولی، نمودار مربوطه رسم شد که طبق آن، طول در زمان بلوغ

محاسبه شد. برای ماهی سوکلا ۸۱/۲۵ سانتیمتر طول چنگالی محاسبه گردید (شکل شماره ۹).



شکل ۹ - میزان LM50 در ماهی های سوکلا رسیده جنسی در آبهای استان هرمزگان (۱۴۰۱-۱۴۰۰)

بحث

فصل تخم‌ریزی: فعالیت تولید مثلی یک ماهی بر اساس اندازه گیری تغییرات میانگین شاخص گناد و سوماتیک^۵ ماهیان بالغ تعیین می شود (۱۱). شاخص گنادوسوماتیک یا شاخص رسیدگی جنسی روش مستقیمی برای تعیین فصل تخم ریزی یک گونه است (۹). در طی این تحقیق، بررسی روند تغییرات شاخص گنادوسوماتیک جنس ماده ماهی سوکلا، نشان دهنده بیشترین میزان در خرداد ماه و پس از آن شهریور ماه می باشد و از این رو می توان نتیجه گرفت که ماهی سوکلا دارای دو اوج تخم ریزی یعنی یک تخم ریزی اصلی در بهار با اوج تخم ریزی در خرداد ماه و تخم ریزی دیگری در تابستان با اوج تخم ریزی در شهریور ماه می باشد که اهمیت کمتری دارد. همچنین کمترین میزان GSI در جنس ماده ماهی سوکلا در دی ماه مشاهده شد. در مورد جنس نر باید گفت که بیشترین و کمترین میزان این شاخص بترتیب در فصل بهار (در خرداد ماه) و در فصل زمستان (دی ماه) می باشد (شکل شماره ۱).

⁵ GSI

ریچارد (۱۹۶۷) فصل تخم‌ریزی سوکلا را از اواخر ژوئن تا اواسط آگوست (اواخر خرداد تا اواسط مرداد) از طریق مشاهدات برش بافت در آبهای خلیج چسپایک آمریکا گزارش نمود (۶). همچنین شافر و ناکامورا (۱۹۸۹)، فصل تخم‌ریزی سوکلا در خلیج چسپایک آمریکا و خلیج مکزیک را بین ماه مه تا آگوست (بین اردیبهشت تا مرداد) یعنی فصول بهار و تابستان و احتمالاً در تمام طول سال در اقیانوس هند گزارش نمودند (۲). بیستو و همکاران (۱۹۹۴) تغییرات بیوشیمیایی در جریان رشد تخمدان سوکلا را در شمال خلیج مکزیک بررسی نموده و گزارش نمودند که تخم‌ریزی در طی بهار و تابستان رخ می‌دهد (۱۲). در مراکز هجری تایوان، مولدین با وزن ۹-۱۰ کیلوگرم، در اواخر فوریه (بهمن ماه) بالغ شده و از مارس تا اکتبر (اسفند تا مهر) بطور متناوب تخم‌ریزی می‌نمایند (۳). همچنین اسمیت (۱۹۹۵) در کارولینای شمالی و جوزف و همکاران (۱۹۶۴) در خلیج چسپایک، فصل تخم‌ریزی سوکلا را در بهار و در ماه ژوئن (خرداد) گزارش نمودند (۷و۵).

در بررسی صورت گرفته از طریق مشاهده برش‌های بافتی تهیه شده از مراحل مختلف گنادی جنس ماده، در کلیه مراحل، سلول‌های مراحل دیگر نیز مشاهده شد که دال بر این امر است که این ماهی، تخم‌های خود را به یکباره رها نمی‌کند و در حقیقت از نظر نوع تخم‌ریزی، Batch spawner می‌باشد. بر اساس یافته‌های محققان، ثابت شده است که سوکلا یک ماهی دارای تخم‌ریزی چند مرحله‌ای (Multiple spawning) است که تخم‌های خود را در طی فصل به دفعات رها می‌کند. در قسمت شمالی خلیج مکزیک و ساحل شرقی آمریکا، تخم‌های رها شده را می‌توان از آپریل تا اکتبر (فروردین تا مهر) یافت. در جنوب تایوان فصل تخم‌ریزی طولانی‌تر بوده از فوریه تا اکتبر (بهمن تا مهر) طول می‌کشد و اوج آن در ماه مه است. تحت شرایط آزمایشگاهی در تایوان سوکلا در انتهای فوریه (بهمن) یعنی هنگامی که دمای آب به ۲۴ درجه سانتیگراد رسیده باشد، تخم‌ریزی می‌کند (۳).

اکثر اطلاعات کامل و جامع بر روی تولید مثل سوکلا، جزئیات بیشتری درباره بلوغ گنادی و فصل تخم‌ریزی از شمال و مرکز خلیج مکزیک ارائه دادند و مدارکی را دال بر Multiple Batch spawner بودن این ماهی ارائه دادند (۱). همچنین شافر (۱۹۸۹) طی بررسی‌های خود در مکزیک این ماهی را Multiple batch spawner اعلام نمود (۲). برنز و همکاران (۱۹۹۸) نیز سوکلا را بعنوان Batch spawner گزارش نمودند که تخم‌ریزی آن از آپریل (فروردین) تا سپتامبر (شهریور) در

خلیج مکزیک رخ می دهد(۴) . با توجه به نتایج این تحقیق و نتایج حاصل از تحقیقات سایر محققان در کشورهای دیگر می توان دریافت که زمان تخم ریزی سوکلا در آبهای استان هرمزگان مشابه با سایر نواحی دیگر دنیا است.

در مورد فواصل بین تخم ریزی در ماهی سوکلا بر طبق گفته پترسون(۲۰۰۱) بر طبق شرایط زیست محیطی محل، فواصل تغییرات مثلا در جنوب شرقی آمریکا و خلیج مکزیک تخمین زده می شود که ماهیان سوکلا هر ۵ روز یکبار تخم ریزی می نمایند در حالیکه تخم ریزی ماهیان سوکلا در بخش غربی خلیج مکزیک هر ۹ تا ۱۲ روز یکبار صورت می گیرد (۱۳). همچنین این ماهی ممکن است که در زمان اوج تخم ریزی، هر ۵ روز یکبار اقدام به تخم ریزی نماید و در فصل تخم ریزی ممکن است بیش از ۲۰ تخم ریزی صورت گیرد (۱۴).

در مورد محل تخم ریزی ماهی سوکلا، نظرات متعددی وجود دارد. برنز و همکاران(۱۹۹۸) گزارش نمودند که تکامل گنادی در ماهیان سوکلا جمع آوری شده از جنوب کارولینا نشان دهنده اینست که این ماهی احتمالا در زمان تخم ریزی به آبهای عمیق رفته و سپس مجدداً به آبهای کم عمق باز می گردد(۴). اسمیت(۱۹۹۵) گزارش نمود که ماهیان سوکلا بالغ، در هر بهار و ماه مه وارد آبهای داخلی با شوری بالاتر در کارولینای شمالی می شوند و در اوایل ژوئن (خرداد) به حداکثر می رسند و سپس بعد از اوایل ژولای (تیر) کاهش شدیدی می یابند(۵). در طی این زمان، نمونه برداری پلانکتون در آبهای داخلی کارولینای شمالی نشان دهنده وجود تخم و لاروهای سوکلا بود که موید این مطلب است که احتمالا تخم ریزی در مکانی خارج از آبهای داخلی رخ داده و احتمال آن می رود که در دهانه خلیج ها و تنگه ها رخ داده باشد. جوزف و همکاران(۱۹۶۴) نیز تخم ریزی مشابهی را برای سوکلا در خلیج چسپایک گزارش نموده بودند(۷). در طول فصل تخم ریزی، بالغین از سمت ساحل به سمت آبهای عمیقتر بصورت گروهی مهاجرت کرده و تخم ریزی صورت می گیرد (۲). همچنین لاروهای سوکلا با عمر ۲۴ تا ۳۶ ساعت در فاصله ۵۲ مایلی جنوب شرقی چارلستون آمریکا و در جریان گلف استریم در شمال کارولینا یافت شده اند که نشان دهنده اینست که برخی از این ماهیان در اقیانوس های باز تخم ریزی می نمایند (۵۴). همچنین تخم ها و لاروهای این ماهی از سطح آبهای مصب ها و آبهای با فاصله ۹۰ کیلومتری از ساحل جمع آوری شده اند (۱۶).

شاخص گنادی و هم آوری : در این تحقیق دامنه شاخص گنادی از ۰/۳۹ تا ۲/۵۷ در ماده های با وزن ۰/۵ تا ۳۲ کیلوگرم بود و هم آوری مطلق ماده های مزبور نیز بین ۴۱۲۲۸۵ تا ۳۸۸۰۷۲۴ عدد تخم بود. در حالیکه دامنه شاخص گنادی در خلیج چسپایک

نشان دهنده دامنه ۸-۴ درصد برای ماده های با وزن ۲۶-۱۱ کیلوگرم بود و هم آوری مطلق این ماده ها نیز بین ۱/۹ تا ۵/۴ میلیون تخم بود (۲۰۶).

در پرورش در قفس تایوان، ماده های با ۱/۵ سال عمر دارای گندهای کاملاً رشد کرده بودند و شاخص گنادی در آنها ۱۲/۵ درصد بود. یک ماهی ماده با ۱۵ ماه عمر و ۸/۵ کیلوگرم وزن، حامل ۱/۴ میلیون تخم، یعنی ۱۶۰ هزار تخم به ازاء هر کیلوگرم وزن بدن می باشد. تحت شرایط مشابه نرهای با یکسال عمر و ۷ کیلوگرم وزن نیز، بالغ بودند ولی شاخص گنادی نسبتاً پایین تری داشتند (۳). ماهیان سوکلا نر در این تحقیق، نسبت به جنس ماده، دامنه شاخص گنادی پایین تری داشتند (۰/۲۷ تا ۲/۳۶ درصد با وزن بین ۰/۹ تا ۳۴ کیلوگرم). میزان هم آوری متوسط این ماهی در این تحقیق در آبهای استان هرمزگان ± 118990 ۱۶۸۴۹۵۴ عدد تخمک محاسبه شد. در حالیکه برنز و همکاران (۱۹۹۸) میزان هم آوری متوسط تقریبی این ماهی را در خلیج مکزیک بین ۳۷۷۰۰۰ تا ۱۹۸۰۵۰۰ عدد تخمک گزارش نمودند (۴).

بران پترسون و همکاران (۲۰۰۲) در آبهای ساحلی جنوب آمریکا، میزان هم آوری متوسط این ماهی را ۳۷۷۰۰۰ تا ۱۹۸۰۵۰۰ عدد گزارش نمودند (۱۳). نکته مهم و قابل ذکر اینست که نباید شاخص گنادی را بعنوان عامل یا شاخصی برای مقایسه مراحل گنادی ماهی خصوصاً برای ماهیان **Multiple spawner** مانند سوکلا بکار برد (۱۳) زیرا شاخص گنادی تحت تاثیر عوامل محیطی مانند دما و همچنین محل، متغیر است و در بکاربردن آن بعنوان یک شاخص باید محتاط بود.

از جمله عوامل موثر بر روی هم آوری می توان به نوع و کیفیت تغذیه (۱۷)، اندازه تخم (۱۴) و طول مولدین (۱۸) اشاره نمود که در هر ۳ مورد رابطه مستقیم بین عوامل یاد شده و هم آوری وجود دارد. همچنین از جمله عوامل موثر دیگر بر روی میزان هم آوری می توان به درجه حرارت، سن، فاکتورهای زیست محیطی، مهاجرت، مراقبت والدینی، عوامل ژنتیکی، استرس، تغییرات زیاد و pH آب اشاره کرد. بطور کلی، در گونه هایی که تخم ریزی چند مرحله ای دارند، تولید بستگی به مدت زمان دوره تولید مثلی، زمان بین تخم ریزی ها و ساختار تخم جمعیت ها دارد، از طرفی مدت تخم ریزی هم اثرات مهمی بر روی میزان توانایی تخم در ماهیان دارد (۱۹).

طول ماهی در زمان بلوغ : با استفاده از فراوانی طولی مراحل بلوغ، طول در زمان بلوغ یعنی طولی که در آن ۵۰٪ از ماهیان سوکلا بالغ شده بودند برابر با ۸۱/۲۵ سانتیمتر محاسبه گردید. اسمیت (۱۹۹۵) دریافت که نمونه های نر جمع آوری شده از کارولینای شمالی، در سن ۲ سالگی و در طول ۶۵-۶۰ سانتی متر و ماده ها نیز در ۲ سالگی ولی در طول ۸۰ سانتی متری بالغ شده بودند (۵). برنز و همکاران (۱۹۹۸) گزارش نمودند که در خلیج مکزیک، برخی از نرها در پایان سال اول و در طول ۶۴ سانتی متری و تمامی نرها در پایان سال دوم بالغ شده بودند و ماده ها در این خلیج در سن ۳ سالگی و طول ۸۳ سانتیمتری بالغ شدند اکثر ماده ها قبل از ۴ سالگی بالغ شده بودند و همه سوکلاها در سن ۴ سالگی بالغ شده بودند (۴).

شافر (۱۹۸۹) گزارش نمود که در خلیج چسپیک در آمریکا، نرها در انتهای سال دوم زندگی و در اندازه طول چنگالی ۵۱/۸ سانتی متر و وزن ۱/۱۴ کیلوگرم ولی ماده ها از سال سوم زندگی و در اندازه طول چنگالی حداقل ۶۹/۶ سانتی متر و وزن ۳/۲۷ کیلوگرم بالغ می گردند و در نواحی گرمتر بلوغ زودتر اتفاق می افتد (۱۲). در مزارع پرورشی تایوان، ماده ها توانایی رسیدن به وزن بیش از ۸ کیلوگرم را در کمتر از ۱/۵ سال دارند و این ماده ها همگی بالغ هستند. ماده های سوکلا پرورشی در شمال غربی تایوان، بطور طبیعی در سن ۱۵ ماهگی و نرها در وزن ۷ کیلوگرم و در شرایطی که تنها یک سال عمر دارند، به بلوغ جنسی می رسند (۳). بنابراین بنظر می رسد که بلوغ جنسی بستگی به اندازه و وزن بدن دارد و وابستگی زیادی به سن ندارد. ریچارد (۱۹۶۷)، سن بلوغ را برای نرها ۲ سالگی و برای ماده ها ۳ سالگی اعلام نمود. همچنین در خلیج مکزیک، ماده ها در طول ۸۳/۴ سانتیمتری و در سن ۲ سالگی و نرها در طول ۶۴ سانتیمتری و در سن ۱ سالگی بالغ شده بودند (۶). استفاده از طول بلوغ در تجزیه و تحلیل وضعیت تولید مثل ماهی نقش مهمی داشته و می توان از آن در مدیریت صید بر اساس داده های طولی استفاده کرد (۲۰).

نتیجه گیری: باتوجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق، از جمله دو پیک تخمیزی در سال، برای حفظ ذخایر این ماهی، باید در زمان های تخمیزی آن بخصوص در فصل بهار، از طرف شیلات استان ممنوعیت صید اعمال گردد و با در نظر گرفتن طول اولین بلوغ این ماهی (۸۱/۲۵ سانتیمتر طول چنگالی)، باید از صید این ماهی در زیر اندازه طول اولین بلوغ جلوگیری بعمل آید تا حداقل یکبار فرصت تخمیزی به ماهی داده شود. از طرفی با توجه به بومی بودن، قطر تخمک نسبتا بزرگ، همآوری بالا و سرعت

رشد بالای این گونه، این ماهی بعنوان یک کاندیدای عالی برای صنعت تکثیر و سپس پرورش در محیط قفس های دریایی مطرح می باشد.

منابع:

- 1- Briggs, J. C. (1960). Fishes of worldwide (circumtropical) distribution. *Copeia*.1960(3), 171-180.
- 2- Shaffer, R. N., & Nakamura, E. L. (1989). Synopsis of biological data on the cobia *Rachycentron canadum* (Pisces: Rachycentridae).
- 3- Su, M. S., & Liao, I. C. (2000). Potential of marine cage aquaculture in Taiwan: cobia culture. In : Cage aquaculture in Asia. Proceedings of the first international symposium on cage aquaculture in Asia. Asian fisheries society, Manila, p.p. 97-106.
- 4- Burns, K. M., Neidig, C. L., Lotz, J., & Overstreet, R. M. (1998). Cobia (*Rachycentron canadum*) stock assessment study in the Gulf of Mexico and in the South Atlantic. Mote Marine Laboratory, Sarasota, FL.pp.108-571.
- 5- Smith, J. W. (1995). Life history of cobia, *Rachycentron canadum* (Osteichthyes: Rachycentridae). *North Carolina waters. Brimleyana*, 23(1), 23.
- 6- Richards, C. E. (1967). Age, Growth and Fecundity of the Cobia, *Rachycentron canadum*, from Chesapeake Bay and Adjacent Mid- Atlantic Waters. *Transactions of the American Fisheries Society*, 96(3), 343-350.
- 7- Joseph, E. B., Norcross, J. J., & Massmann, W. H. (1964). Spawning of the cobia, *Rachycentron canadum*, in the Chesapeake Bay area, with observations of juvenile specimens. *Chesapeake Science*, 5, 67-71.
- 8- Lowerre-Barbieri, S. K., & Barbieri, L. R. (1993). A new method of oocyte separation and preservation for fish reproduction studies. *Fishery Bulletin*, 91(1), 165-170.
- 9- Biswas, S. P. (1993). Manual of methods in fish biology South Asian Pub. PVt. Ltd. New Dehli.157 P.
- 10- King, M. (2013). Fisheries biology, assessment and management. John Wiley & Sons.3(5),151-160.
- 11- Pet, J. S., Van Densen, W. L. T., Machiels, M. A. M., Sukkel, M., Setyohadi, D., & Tumuljadi, A. (1997). Length-based analysis of population dynamics and stock

- identification in the sardine fisheries around East Java, Indonesia. *Fisheries research*, 31(1-2), 107-120.
- 12- Biesiot, P. M., Caylor, R. E., & Franks, J. S. (1994). Biochemical and histological changes during ovarian development of cobia, *Rachycentron canadum*, from the northern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin*, 92(4), 686-696.
 - 13- Brown-Peterson, N. J., Overstreet, R. M., Lotz, J. M., Franks, J. S., & Burns, K. M. (2000). Reproductive biology of cobia, *Rachycentron canadum*, from coastal waters of the southern United States. *Fishery bulletin*. 99, 15-28.
 - 14- Brenda, B. (1993). Fecundity and egg size variation in north American pacific salmon. Publish Academic London. Newyork,. *Journal of fish biology*. 92(4), 485-499.
 - 15- Hassler, W. W., & Rainville, R. P. (1975). Techniques for hatching and rearing cobia, *Rachycentron canadum*, through larval and juvenile stages. Publ. UNC-SC-75-30.
 - 16- Arendt, M. D., Olney, J. E., & Lucy, J. A. (2001). Stomach content analysis of cobia, *Rachycentron canadum*, from lower Chesapeake Bay. *Fishery Bulletin*, 99(4), 665.
 - 17- Lyndon, A. R. (1996). Introduction to the practice of fishery science. *Journal of Fish Biology*, 48, 1033-1034.
 - 18- Gerking, S. D. (1967). The Biological basis of freshwater fish production: a symposium sponsored by Sectional Committee on Productivity of Freshwater Communities of the International Biological Programme, the University of Reading, England, 1-6 September, 1966. (No Title).89-111.
 - 19- Milton, D. A., Chenery, S. R., Farmer, M. J., & Blaber, S. J. (1997). Identifying the spawning estuaries of the tropical shad, terubok *Tenualosa toli*, using otolith microchemistry. *Marine Ecology Progress Series*, 153, 283-291.
 - 20- Richards, C. E. (1967). Age, Growth and Fecundity of the Cobia, *Rachycentron canadum*, from Chesapeake Bay and Adjacent Mid- Atlantic Waters. *Transactions of the American Fisheries Society*.96(3), 343-350.