16(3) 83-88, Autumn 2024

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Determining the growth parameters and mortality rates of Cobia, *Rachycentron canadom* (Linnaeus, 1766) in the northern waters of the Persian Gulf (Hormozgan Province)

Behnam Daghooghi *

Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Institute, Iranian Fisheries Sciences, Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Iran

Key Words

Cobia
Rachycentron canadum
Growth parameters
Mortality rates
Persian Gulf

Abstract

Introduction: The population dynamic of cobia (*Rachycentron canadum*) was investigated based on length frequency data analysis from October 2017 to December 2018 in the Northern waters of the Persian Gulf from Hormozgan province fishing grounds.

Materials & Methods: The length frequency, growth parameters, and mortality rates of cobia were studied.

Result: From an analysis of 942 specimens ranging from 19 to 159 cm in total length. The most frequent total lengths were situated in the 82-85 cm of class length. The length-weight relationship of 509 specimens was estimated at $W=0.0042L^{3.1162}$ ($r^2=0.9852$). The result of this study showed that the growth of cobia was categorized as isometric. The calculated r^2 shows the high correlation between the length and weight of cobia. Growth parameters K, $L\infty$, Ø, and t_0 were calculated by the von Bertalanfy growth equation: 0.11 (per year), 168.65 cm, 3.49, and -0.97 respectively. The longevity of cobia was estimated at 28 years, as a long-lived fish in tropical areas. The instantaneous rate of total mortality (Z), natural mortality (M), and fishing mortality (F) rates were estimated using catch curve analysis were 0.30, 0.25, and 0.14 (per year) respectively. The exploitation rate of cobia was estimated at 0.36 which indicates the optimal catch of this fish in the Hormozgan province region.

Conclusion: cobia as one of the high-quality native candidates for introduction into fish farming cages and elimination of dependence on imports of non-native species, the data from this study can be used as initial information in this industry.

* Corresponding Author's email: b.daghooghi@gmail.com
Received: 9 June 2023; Reviewed: 11 July 2023; Revised: 16 September 2023; Accepted: 22 October 2023
(DOI):10.70102/AEJ.2025.16.3.11

مقاله پژوهشی

تعیین پارامترهای رشد و مرگ و میر ماهی سوکلا *Rachycentron canadom* (Linnaeus, 1766) در آب‌های شمالی خلیج فارس (استان هرمزگان)

بهنام دقوقی*

پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

کلمات کلیدی

سوکلا
Rachycentron canadum
پیراسنجه‌های رشد
مرگ و میر
خلیج فارس

چکیده

مقدمه: پویایی جمعیت ماهی سوکلا *Rachycentron canadom* (Linnaeus, 1766) طی یک‌دوره یک‌ساله از مهر تا شهریور از به روش آنالیزفراوانی طولی ماهانه در آب‌های شمال خلیج فارس در صیدگاه‌های استان هرمزگان مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: درمجموع تعداد ۹۴۲ ماهی مورد اندازه‌گیری‌طولی و ۵۰۹ نمونه نیز اندازه‌گیری‌طول–وزن شدند.

نتایج: بیش‌ترین و کم‌ترین طول کل، ۱۵۹ و ۱۹ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. بیش‌ترین فراوانی طولی در کلاس ۸۵–۸۲ سانتی‌متر بود. رابطه طول کل– وزن کل به‌صورت $W= ۰/۰۰۴۲ L^{۳/۱۱۶۲}$ و ($r^۲= ۰/۹۸۵۲$) محاسبه شد، میزان $r^۲$ محاسبه شده نشان‌دهنده همبستگی بالا بین طول و وزن این ماهی است از طرفی رشد این گونه نیز ایزومتریک تشخیص داده شد. شاخص‌های رشد K و L∞ برای این ماهی به‌ترتیب ۰/۱۱ (بر سال) و ۱۶۸/۶۵ سانتی‌متر تخمین زده شدند. حداکثر سن (Tmax) برای ماهی سوکلا ۲۸ سال محاسبه شد که در گروه ماهیان بلند عمر قرارمی‌گیرد. شاخص‌ضریب رشد (مونرو)۳/۴۹ ومقدار t_0 نیز ۰/۹۷– محاسبه شد. مقدار مرگ و میرکل (Z)، مرگ و میر طبیعی (M) و مرگ و میر صیادی (F) به‌ترتیب ۰/۳۹ بر سال، ۰/۲۵ بر سال و ۰/۱۴ بر سال به دست آمد. مقدار ضریب بهره‌برداری(E) نیز ۰/۳۶ محاسبه شد که دلالت بر صید بهینه این ماهی در منطقه هرمزگان دارد.

بحث و نتیجه‌گیری: ماهی سوکلا به‌عنوان یکی از کاندیدهای بومی مرغوب برای معرفی به قفس‌های پرورش در ماهی و رفع وابستگی به وارادت گونه‌های غیربومی است. داده‌های حاصل از این پژوهش می‌تواند به‌عنوان اطلاعات اولیه در این صنعت کاربرد داشته باشد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: b.daghooghi@gmail.com

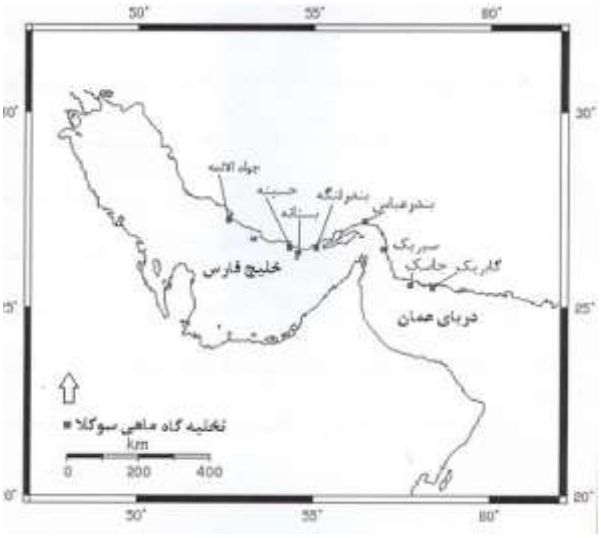
تاریخ دریافت: ۱۹ خرداد ۱۴۰۲؛ تاریخ داوری: ۲۰ تیر ۱۴۰۲؛ تاریخ اصلاح: ۲۵ شهریور ۱۴۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۳۰ مهر ۱۴۰۲
(DOI): 10.70102/AEJ.2025.16.3.11

مقدمه

ماهی سوکلا با نام علمی *Rachycentron canadom* تنها گونه در خانواده Rachycentridae می‌باشد. سوکلا یک ماهی مهاجر و بنتوپلاژیک است (۵)، که در تمامی دریاهای گرمسیری و معتدل سراسر دنیا (به جز اقیانوس آرام شرقی) پراکندگی دارد. ماهی سوکلا در اقیانوس اطلس، از جنوب اسکاتلند تا آرژانتین، از مراکش تا جنوب آفریقا و در اقیانوس آرام از ژاپن تا استرالیا یافت می‌گردد (۳، ۲۰). این ماهی از خلیج مکزیک، اقیانوس هند، دریای سرخ و خلیج فارس نیز گزارش شده است (۲۰). ماهی سوکلا در فصل پاییز و زمستان، هم‌زمان با سردشدن آب، به‌سوی آب‌های گرم‌تر مهاجرت کرده و در فصل بهار، دوباره به محل خود بر می‌گردد، دمای بهینه برای حضور این ماهی ۱۶/۸ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد است. درجه‌شوری مناسب برای زیست این ماهی بین ۲۲/۵ تا ۴۴/۵ قسمت در هزار بوده، اما امکان سازش با مقادیر پایین‌تر شوری را نیز دارد (۲۰). این ماهی، شناگر سطحی بوده و به‌طور وسیعی به‌صورت تکی و یا در دسته‌های کوچک (گله‌های ۸-۲ تایی) مشاهده می‌شود ولی در زمان تخم‌ریزی سالانه به‌صورت تجمعی مشاهده می‌شوند و رفتار گله‌ای دارند. بااین‌وجود، این ماهیان در محل صخره‌ها، کشتی‌های شکسته غرق شده، لنگرگاه‌ها، بویه‌ها و سایر سازه‌های امن تجمع می‌یابند، و حتی برای یافتن غذا، به مناطق حرا و مصب‌ها نیز وارد می‌شوند. ماهی سوکلا معمولا به اجسام زیر آب (اشیا مختلف مانند سازه‌های مصنوعی) و یا جانوران بزرگ مانند کوسه‌ها، لاک پشت‌های دریایی و سفره ماهی‌ها وابستگی و ارتباط دارد (۱۲، ۲۰). میزان صید این ماهی در هرمزگان از ۴۵۰ تن در سال ۱۳۷۶ به ۱۵۰۰ تن در سال ۱۳۹۷ رسیده است (۱). عمده‌ترین ابزار صید این ماهی در استان هرمزگان، استفاده از تور گوشگیر سطح می‌باشد، اما صید این ماهی با استفاده از قلاب دستی در شناورهای کوچک و هم‌چنین با استفاده از گرگور در صیدگاه‌های منطقه بندر لنگه نیز صورت می‌گیرد. این ماهی به‌مقدار کم توسط کشتی‌های ترالر در حوزه آب‌های دریای عمان نیز صید می‌گردد. میزان صید این ماهی در بهار و اوائل تابستان نسبت به سایر فصول سال بیش‌تر است. داده‌های زیستی و رشد ماهی سوکلا، آن را به‌عنوان یکی از گونه‌های مناسب برای پرورش معرفی می‌کند، با توجه به اهمیت ماهی سوکلا، تاکنون مطالعه‌ای روی پویایی جمعیت این ماهی در منطقه انجام نشده است، با این‌حال در خلیج مکزیک (۴)، در خلیج تایلند (۱۸)، در هند (۹) و در خلیج مکزیک (۸) بر روی پویایی جمعیت این ماهی مطالعاتی انجام شده است. ژنتیک جمعیت ماهی سوکلا نیز در خلیج فارس بررسی شده است (۱۱، ۲۲). نتایج این تحقیق می‌تواند کمک موثری در مدیریت صید ماهی سوکلا و شناخت ویژگی‌های رشدی آن نیز به انتخاب این گونه برای صنعت پرورش ماهی کمک خواهد کرد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش محدوده آب‌های استان هرمزگان از بندر جواد الائمه در منتهی‌الیه غرب استان تا بندرگابریک در منتهی الیه شرق استان از مهرماه ۱۳۹۶ تا مهرماه ۱۳۹۷، به‌صورت ماهانه مورد بررسی قرار گرفت. کلیه مناطق تخلیه صید در این مسیر شامل بنادر جواد الائمه، بستانه، لنگه، کنگ، بندرعباس، سیریک، جاسک و گابریک مورد بازدید و نمونه‌برداری واقع شد (شکل ۱).



شکل ۱: نقشه تخلیه‌گاه‌ها ومناطق نمونه‌برداری ماهی سوکلا در استان هرمزگان

عملیات نمونه‌برداری: عملیات نمونه‌برداری از مهرماه ۱۳۹۶ لغایت شهریور ماه ۱۳۹۷به‌مدت ۱۲ ماه از مناطق تخلیه صید استان هرمزگان و هم‌چنین بازار ماهی بندرعباس صورت پذیرفت. تعداد ۹۴۲ قطعه ماهی سوکلا، اندازه‌گیری طول کل (T.L) و وزن کل بدن (T.W) تعداد ۹۴۲ عدد ماهی سوکلا با دقت ۱ سانتی‌متر با استفاده از خط‌کش زیست‌سنجی تعیین و ثبت شد. اندازه‌های وزنی بادقت ۰/۱ گرم توسط ترازوی دیجیتال ثبت گردید. برای بررسی تغییرات میانگین طول کل و وزن کل و تعین ارتباط آن‌ها از معادله توانی (۱) استفاده گردید (۲۲).

معادله (۱) $W= aL^b$

که در آن W نمایانگر وزن، a نمایانگر ضریب چاق، L نمایانگر طول کل، b مقداری برای سنجش میزان همگون یا ناهمگون بودن رشد آبزی می‌باشد.

با گرفتن لگاریتم طبیعی از معادله (۱)، معادله مذکور تبدیل به معادله خطی LnW=Ln(a)+bLn(L) می‌شود، که می‌توان آن‌را به صورت Y=A+bX هم نشان داد، با استفاده از شکل خاص آزمون t (۲)، مقدار b محاسبه شده با عدد ۳ (معیار استاندارد رشد همگون W=aL3) مورد مقایسه قرار گرفت (۱۶).

معادله (۲)
$$T = \frac{s.d(x)}{s.d(y)} \times \frac{|b-3|}{\sqrt{1-r^2}} \times \sqrt{n-2}$$

که درآن s.d(L) انحراف از معیار طول‌ها، s.d(w) انحراف از معیار وزن‌ها r^2 ضریب همبستگی بین طول و وزن، b توان طول (L) در رابطه طول- وزن، n تعداد است.

در این زمینه عدد حاصل با عدد موجود در جدول t با درجه آزادی n-۱ و سطح اطمینان مورد نظر سنجیده و چنان‌چه عدد حاصل، از عدد جدول کوچک‌تر باشد، اختلاف معنی‌داری بین مقدار b و عدد ۳ وجود ندارد (P>۰/۰۵). یعنی رشد آبزی همگون است. اگر b برابر ۳ تشخیص داده نشود، آبزی مورد نظر دارای رشد ناهمگون است (۲، ۱۶).

تعیین پارامترهای رشد: برای تعیین پارامترهای رشد از توزیع فراوانی طول کل استفاده شد. داده‌های طولی در فواصل طبقاتی ۳ سانتی‌متر در نرم‌افزار FiSAT II وارد شد. پارامترهای رشد براساس معادله رشد (۳) وان برتلانفی بدون درنظرگرفتن تغییرات فصلی، به روش شفرد و از طریق آنالیز سطح پاسخ محاسبه گردید (۲۲).

معادله (۳)
$$L_t = L_\infty(1- \exp(-K(t-t_0))$$

که درآن: L_t طول متوسط در سن t، L_∞ طول بی‌نهایت، K ضریب رشد، t۰ سن ماهی در طول صفر است.

در محاسبه to که سن فرضی آبزی است، از معادله عملی پائولی (۴) استفاده شد و مقدار بیشینه سن ماهی از معادله (۵) محاسبه شد (۱۶).

معادله (۴)
$$\text{Log}_{10}(-t_0) = -۰/۰-۳۹۲۲/۲۷۵۲\text{Log}_{10}(L\infty) - ۱/۰۳۸\text{Log}(k)$$

معادله (۵)
$$T\max = \frac{3}{K} + t_0$$

از شاخص ضریب رشد فای پرایم مونرو (ϕ´) معادله (۶) جهت مقایسه پارامترهای رشد به‌دست آمده با سایر مطالعات مشابه انجام شده بر روی ذخایر این آبزی استفاده شد (۱۰).

معادله (۶)
$$ø' = \text{Log}_{10}(K) + 2\times\text{Log}_{10}(L\infty)$$

از شاخص ضریب رشد فای پرام مونرو (Phi prime) جهت مقایسه پارامترهای رشد به‌دست آمده با سایر مطالعات انجام شده بر روی ذخایر این آبزی از معادله (۷) استفاده شد (۱۷).

معادله (۷)
$$Ø = \log۱۰\ (k)+۲\times \log۱۰\ (L\infty)$$

تعیین پارامترهای مرگ ومیر: مرگ و میر طبیعی (M) بر اساس فرمول تجربی پائولی (۸) (که نتیجه تحقیق روی مرگ و میر طبیعی ۱۷۵ آبزی بود) به‌دست آمد (۱۶).

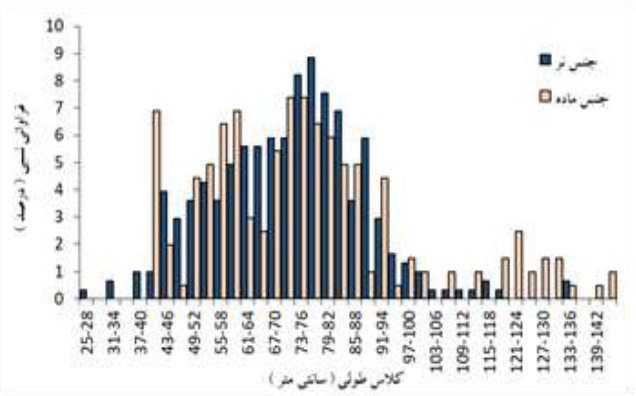
معادله (۸)
$$\text{Log}(M) = -۰/۰۰۶۶- ۰/۲۷۹\ \text{Log}\ (L\infty) + ۰/۶۵۴۳\ \text{Log}\ (K) +۰/۴۶۳۴\ \text{Log}\ (T)$$

که درآن: M مرگ و میر طبیعی، $L\infty$ طول بی‌نهایت برحسب سانتی متر، K ضریب رشد برحسب سال، T میانگین سالانه درجه حرارت آب محیط است که درخلیج فارس ۲۶/۵ درجه سانتی‌گراد محاسبه شده است.

مرگ و میر کل (Z) با استفاده از روش منحنی صید خطی تعیین گردید (۱۵). از طرفی مرگ و میر صیادی (F) با استفاده از معادله F= Z-M و ضریب بهره برداری (E) با استفاده از فرمول E= F/Z محاسبه شد (۱۰).

نتایج

فراوانی طولی: در مجموع تعداد ۹۴۲ عدد ماهی سوکلا زیست سنجی شدند. بیشینه و کمینه طول چنگالی برای ماهی سوکلا به ترتیب ۱۵۹ سانتی‌متر و ۱۹ سانتی‌متر ثبت گردید. بیش‌ترین فراوانی طولی برای ماهی سوکلا نر در کلاس طولی ۸۵-۸۲ سانتی متر و برای جنس ماده در کلاس طولی ۸۲-۸۵ سانتی‌متر به‌دست آمد (شکل ۲).

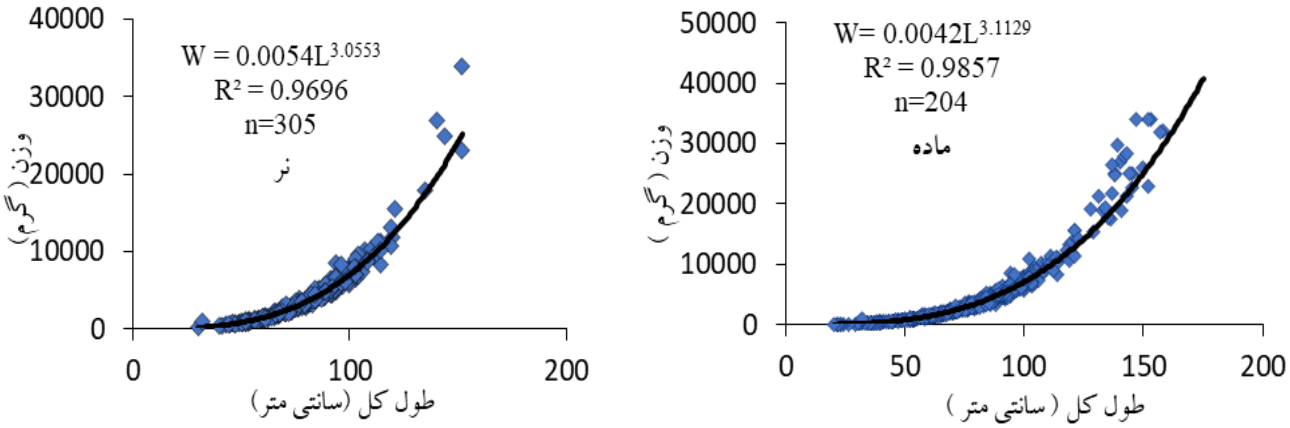


شکل ۲: توزیع طولی ترکیب جنس نر و ماده ماهی سوکلا در آب‌های استان هرمزگان

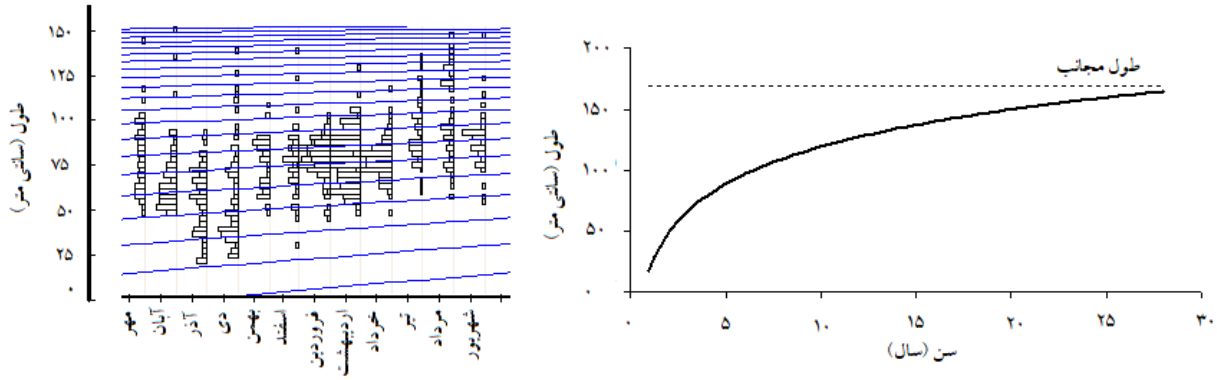
رابطه طول-وزن: در مجموع تعداد ۵۰۹ عدد ماهی سوکلا (۲۰۴ ماده و ۳۰۵ نر) مورد اندازه‌گیری طولی و وزنی قرار گرفتند. رابطه طول کل- وزن کل ماهی برای جنس ماده به‌صورت معادله $W= ۰/۰۰۴۲\ L^{۳/۱۱۲۹}$ (n=204, R^2=0.98) و برای جنس نر به‌صورت معادله $W= ۰/۰۰۵۴\ L^{۳/۰۵۵۳}$ (n=305, R^2=0.96) به‌دست آمد (شکل

۳). آزمون T وجود اختلاف معنی‌دار را بین مقادیر b محاسبه‌شده در بالا و عدد ۳ نشان نداد (p>۰/۰۵)، بنابراین رشد این ماهی ایزومتریک است.

پیراسنجه‌های رشد: مقادیر طول بی‌نهایت (L∞) و ضریب رشد (K) برای این ماهی به‌ترتیب ۱۶۸/۶۵ سانتی‌متر و ۰/۱۱ بر سال به‌دست آمد و شاخص ضریب رشد (مونرو) براساس مقادیر L∞ و K، برابر ۳/۴۹ محاسبه شد. سپس با توجه به مقادیر حاصله، t_0 برای ماهی سوکلا برابر ۰/۹۷- محاسبه گردید، بیشینه سن ماهی سوکلا ۲۸ سال به‌دست آمد و منحنی رشد طولی ماهی سوکلا ترسیم شد (شکل ۴).

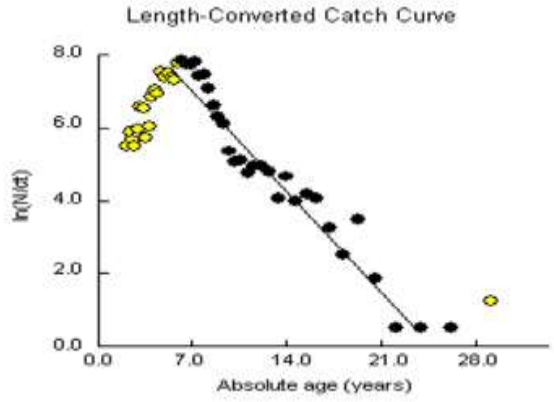


شکل ۳: رابطه طول کل- وزن کل دو جنس نر و ماده ماهی سوکلا در آب‌های استان هرمزگان



شکل ۴: منحنی رشد گروه‌های همزاد طولی(چپ) و منحنی طول- سن(راست) ماهی سوکلا در آب‌های استان هرمزگان

پیراسنجه‌های مرگ و میر و ضریب بهره‌برداری: با استفاده از روش منحنی صید (Catch curve) و براساس لگاریتم طبیعی تعداد افراد بر تغییرات زمان و سن نسبی، مرگ و میر (Z) برای ماهی سوکلا به‌طور میانگین ۰/۳۹ محاسبه شد. با در نظر داشتن میانگین سالانه دمای سطحی آب در خلیج فارس (۲۶/۵ C°) از روش پائولی (۱۶) میزان مرگ و میر طبیعی (M) برای ماهی سوکلا ۰/۲۵ محاسبه گردید و از آن‌جا مرگ و میر صیادی نیز برابر با ۰/۱۴ به‌دست آمد و از این طریق، میزان E (ضریب بهره برداری) این ماهی نیز ۰/۳۶ محاسبه شد (شکل ۵).



شکل ۵: منحنی خطی صید (مرگ و میر کل) ماهی سوکلا در آب‌های استان هرمزگان

بحث

در مجموع فراوانی طول چنگالی ترکیبی حاصل از دو جنس نر و ماده در این تحقیق نشان داد که ۵۰ درصد از ماهیان صید شده دارای طول چنگالی کم‌تر از ۷۴ سانتی‌متر بوده‌اند. با در نظر گرفتن اندازه بلوغ جنسی برای ماهیان ماده سوکلا (۸۱/۲۵ سانتی‌متر) (۲۴)، مشخص گردید بیش از ۷۰ درصد از ماهیان ماده در زیر اندازه بلوغ صید گردیده‌اند که این مسئله می‌تواند بر ذخایر این گونه تاثیر منفی داشته باشد. در این تحقیق میزان b در تمامی روابط بین طول کل و وزن کل یا طول چنگالی-وزن کل در ترکیب دو جنس و یا به‌صورت نر و ماده مجزا از هم پس از انجام آزمون T تفاوت معنی‌داری با مقدار ۳ نداشت، که در نتیجه نشان‌دهنده رشد ایزومتریک این ماهی در آب‌های استان هرمزگان است. هم‌چنین بررسی روابط طول و وزن در تانزانیا آفریقای جنوبی، یمن، شمال شرقی مکزیک، جنوب فلوریدا و خلیج Chesapeake و آب‌های مجاور آن و محاسبه مقدار b در همه آن‌ها، نشان‌دهنده ایزومتریک بودن رشد سوکلاست. در تحقیق فوق حداکثر سن برای ماهی سوکلا در آب‌های استان هرمزگان برابر با ۲۸ سال محاسبه گردید ($L\infty$ =۱۶۸/۶۵ cm و K = ۰/۱۱ و t_0 = -۰/۹) میزان حداکثر سن محاسبه شده در مناطق مختلف بسیار متغیر است. چنان‌چه این عدد در آمریکا از حداقل ۵/۵ سال در لوئیزیانای غربی (t_0 = ۰/۱۱، K= ۰/۵۶ و $L\infty$=۱۲۹) تا ۲۴ سال در تگزاس (t_0=-۳/۶۲، K= ۰/۱۲۵ و $L\infty$=۱۸۳) محاسبه شده است (۴). هم‌چنین تنها مورد محاسبه شده در آب‌های نسبتا نزدیک خلیج فارس، در خلیج عدن در کشور یمن بوده که حداکثر سن گزارش شده، ۳۳ سال (t_0 =-۰/۰۱، K= ۰/۰۹ و $L\infty$= ۱۶۰) می‌باشد (۶). حداکثر سن گزارش شده برای ماهی سوکلا در حدود ۱۵ سال برای نواحی سردوحدود ۱۰ سال برای نواحی گرم می‌باشد(۲۰). در آب‌های کارولینای شمالی، بیش‌ترین سن برای سوکلا ماده را ۱۳ سال و برای جنس نر ۱۴ سال تخمین زدند (۲۱). به‌علاوه، مسن‌ترین ماهی صید شده ماده در خلیج مکزیک ۱۱ ساله و مسن‌ترین نر صید شده ۹ ساله شده است (۸). در خلیج Chesapeake مقادیر $L\infty$ و K برای جنس نر ۱۲۱ و ۰/۲۸ و برای جنس ماده ۱۶۴ و ۰/۲۲۶ به‌دست آمد (۱۹). مقادیر $L\infty$، K و t_0 برای جنس نر ۱۰۵، ۰/۲۴ و ۱/۰۸- و برای جنس ماده ۱۳۵، ۰/۲۴ و ۱/۵۳- محاسبه شده است (۲۱). مقادیر $L\infty$، K و t_0 را برای جنس نر ۱۱۷، ۰/۴۳۲ و ۱/۱۵- در خلیج مکزیک محاسبه شد (۸). گونه‌های یکسان در مکان‌های مختلف از الگوهای رشد یکسانی برخوردارند و این بدان معنی است که دارای فای پرایم‌های (ضریب رشد مونرو) یکسانی می‌باشند. در مطالعات دیگری، این مقادیر برای آب‌های آفریقای جنوبی و یمن به‌ترتیب (۱۴۱ و ۰/۲۰۱) و (۱۶۰ و ۰/۰۹) براساس طول چنگالی به‌دست آمده‌اند (با مقادیر ۶۰۱/۳ ، Ø و ۳/۳۶). مقدار مونرو به‌دست آمده در این بررسی (۳/۴۹) اختلاف معنی‌داری را با Ø‌های سایر مطالعات نشان‌نداد و این تا حد زیادی بیانگر درستی انجام عملیات برای محاسبه این پارامترها ($L\infty$ و K) می‌باشد (۹). از آن‌جا که تخمین طول بی نهایت و ضریب رشد، پایه و اساس سایر محاسبات از قبیل نرخ مرگ و میر می‌باشد، لذا با استفاده از مقادیر به‌دست آمده برای طول بی نهایت و ضریب رشد در این بررسی ($L\infty$=۱۶۸/۶۵ و K=۰/۱۱ بر سال) میزان مرگ و میر کل (Z) برابر ۰/۳۹، مرگ و میر طبیعی (M) برابر ۰/۲۵ و مرگ و میر صیادی (F) برابر ۰/۱۴ محاسبه گردید. باید به این نکته توجه داشت که برای تخمین صحیح و مرگ و میر کل به روش منحنی خطی صید، باید این فرض وجود داشته باشد که اطلاعات از جمعیتی تهیه شود که در حالت تعادل قرار دارد. در ماهیان سطح‌زی مانند سوکلا، ذخیره زمانی کاملا پایدار بوده و در حالت تعادل است که مرگ و میر صیادی نیمی از مرگ و میر طبیعی باشد. بنا به‌عبارتی رابطه F=۰/۵×M برقرار باشد، در این خصوص با توجه به پارامترهای به‌دست آمده، این رابطه در مورد ماهی سوکلا تقریبا صدق می‌نماید. در یک مورد در آب‌های آفریقای جنوبی به‌میزان مرگ و میر طبیعی (M= ۰/۲۹) اشاره گردیده است و هم‌چنین میزان مرگ و میر کل (Z) را در آب‌های شمال‌شرقی خلیج‌مکزیک برابر ۰/۷۵ محاسبه شد (۸). میزان t0 به‌دست آمده در این بررسی با توجه به منفی بودن آن نشان می‌دهد که ماهی سوکلا در مرحله لاروی دارای رشد سریع‌تری نسبت به مرحله بلوغ می‌باشد، که این می‌تواند موید تحقیقات پیشین باشد (۱۴). از طرفی با توجه به ضریب بهره‌برداری به‌دست آمده (E=۰/۳۶) می‌توان گفت در سال‌های تحقیق نه تنها بهره‌برداری از ذخایر این ماهی در آب‌های استان هرمزگان مناسب می‌باشد (حالت صید بیش از حد یا Overfishing زمانی رخ می‌دهد که مقدار E بیش‌تر از ۰/۵ باشد). گوشت این ماهی از کیفیت مناسب برای مصرف برخوردار می‌باشد (۱۳) و از جنبه‌های زیستی نیز با شرایط اکوسیستم خلیج فارس سازگاری دارد (۷). با توجه به برنامه‌های سیاستی شیلات ایران مبنی بر آبزی‌پروری در قفس و تکیه بر ماهی سوکلا به‌عنوان یکی از کاندیدهای بومی مرغوب برای معرفی به قفس‌های پرورش در ماهی و رفع وابستگی به واردات گونه‌های غیربومی، داده‌های حاصل از این پژوهش می‌تواند به‌عنوان اطلاعات اولیه در این صنعت کاربرد داشته باشد.

منابع

1. **Alizade, E., 2019.** Hormozgan 2017 catch statistics report, Hormozgan General Directorate of Fisheries. 84 p.

2. **Alagaraja, K.**, **1984.** Simple methods for estimation of parameters for assessing exploited fish stocks. Indian Journal of Fisheries. 31: 177-208.

3. **Briggs, J.C.**, **1960.** Fishes of worldwide (Circumtropical) distribution. Copeia. 1960(3): 171-180.

4. **Dippold, D.A.**, **Leaf, R.T.**, **Franks, J.S. and Hendon, J.R.**, **2017**. Growth, mortality, and movement of cobia (*Rachycentron canadum*). Fishery Bulletin. 115(4): 460-472.

5. **Dutney, L.**, **Elizur, A. and Lee, P.**, **2017.** Analysis of sexually dimorphic growth in captive reared cobia (*Rachycentron canadum*) and the occurrence of intersex individuals. Aquaculture. 468: 348-355.

6. **Edwards, R.R.C.**, **Bakhader, A. and Shaher, S.**, **1985.** Growth, mortality, age composition and fisheries yield of fish from the Gulf of Aden. Journal of Fish Biology. 27(1): 13-21.

7. **Eskandari, G.**, **Koochaknejad, E.**, **Jahani, N.**, **2014**. Suitable site selection for finfish mariculture development in the northwest Persian Gulf (Iran-Khuzestan). Journal of Animal Environment. 6(3): 79-90. (In Persian)

8. **Franks, J.S.**, **Warren, J.R. and Buchanan, M.V.**, **1999.** Age and growth of cobia, *Rachycentron canadum*, from the northeastern Gulf of Mexico. Fishery Bulletin. 97: 459-471.

9. **Ganga, U.**, **Pillai, N.G.K.**, **Akhilesh, K.V.**, **Rajool Shanis, C.P.**, **Beni, N.**, **Manjebrayakath, H. and Prakasan, D.**, **2012.** Population dynamics of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766) off Cochin coast, southeastern Arabian Sea. Indian Journal of Fisheries. 59(3): 19-24.

10. **Gayanilo, F.C. and Pauly, D.**, **1997.** Computed information series fisheries FAO-ICLARM stock assessment tools reference manual. Rome, Italy. 262 p.

11. **Ghasemi, S.A. and Pourjam, F.**, **2021.** Population genetic structure and genetic diversity of cobia (*Rachycentron canadum*) in the Persian Gulf and Makran Sea. Taxonomy and Biosystematics. 13(48): 33-46.

12. **Hammond, D.L.**, **2001.** Status of the South Carolina fisheries for cobia. South Carolina Department of Natural Resources. 83: 25 p.

13. **Jahangiri, M.**, **Mohammadi, G.H.**, **Velayatzadeh, M.**, **2020.** Measurements of Fe and Zn in muscle of cobia fish (*Rachycentron canadum*) in different groups in the fishing waters of the Northwest longitudinal Persian Gulf. Journal of Animal Environment. 12(1): 191-200. (In Persian)

14. **King, M.**, **1995.** Fisheries biology, assessment and management. Fishing News Books, Oxford. 341 p.

15. **Pauly, D.**, **1980.** On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. Int. Explor. Mer. 39(2): 175-192.

16. **Pauly, D.**, **1983.** Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fisheries Technical Paper. 234: 52 p.

17. **Pauly, D. and Munro, J.L.**, **1984.** Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. Fishbyte. 2(1): 21.

18. **Phinchongsakuldit, J.**, **Chaipakdee, P.**, **Collins, J.F.**, **Jaroensutasinee, M. and Brookfield, J.F.**, **2013**. Population genetics of cobia (*Rachycentron canadum*) in the Gulf of Thailand and Andaman Sea: fisheries management implications. Aquaculture International. 21: 197-217.

19. **Richards, C.E.**, **1967.** Age, growth and fecundity of the cobia, Rachycentron canadum, from the Chesapeake Bay and adjacent mid-Atlantic waters. Southeastern Naturalist. 96: 343-350.

20. **Shaffer, R.V. and Nakamura, E.L.**, **1989**. Synopsis of biological data on the cobia, *Rachycentron canadum* (Pisces: Rachycentridae). NOAA Technical Report NMFS 82, FAO Fisheries Synopsis. 153: 21.

21. **Smith, J.W.**, **1995.** Life history of cobia, *Rachycentron canadum* (Osteichthyes: Rachycentridae), in North Carolina. Brimleyana. 23: 1-23.

22. **Sparre, D.**, **Ursine, E. and Venema, S.C.**, **1989.** Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1 manual. FAO, Rome, Italy. 337 p.

23. **Tala, M.**, **Azad, M.**, **Lalooei, F.**, **Tamadoni Jahromi, S. and Taghavi, M.J.**, **2016.** Molecular investigation of the population of *Rachycentron canadum* species in the northern part of the Persian Gulf and Oman Sea based on NADH dehydrogenase (ND2). 6(21): 49-57.

24. **Valinasab, T.**, **Ashtari, S.**, **Sedghi Marof, N.**, **Daghoghi, B.**, **2008.** Reproductive biology of *Rachycentron canadum* in the Persian Gulf (Hormozgan Province waters). Iranian Scientific Fisheries Journal. 17(2): 143-152. (In Persian)