



University of Tehran

Journal of Fisheries

Home Page: <https://jfisheries.ut.ac.ir>

Online ISSN: 2423-7809

Harvest status of Kawakawa (*Euthynnus affinis* Cantor, 1849) assesment using a limited data approach in the southern waters of Iran (Persian Gulf and Oman Sea)

Seyed Ahmadreza Hashemi^{1*} | Mastooreh Doustdar² |
 Mohammad Darvishi³ | Rahimeh Rahmati⁴

1. Corresponding Author, Offshore Fisheries Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Chabahar, Iran. Email: seyedahmad91@gmail.com
2. Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran. Email: mastooreh.doustdar@gmail.com
3. Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Institute, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran. Email: m.darvishi70@yahoo.com
4. Caspian Sea Ecology Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran. Email: rahmati764@gmail.com

ARTICLE INFO

Article type:

Research Article

Article History:

Received: 28 February 2025

Revised: 25 June 2025

Accepted: 19 July 2025

Published online: 23 September 2025

Keywords:

Sustainable exploitation,
 Oman Sea,
 B/BMSY,
 F/FMSY indicators,
Euthynnus affinis.

ABSTRACT

The Persian Gulf and the Sea of Oman contain various species of aquatic animals, among which tuna is of great importance, and Kawakawa tuna (*Euthynnus affinis*) is one of the tuna species that catch has shown a significant decrease in recent years. In this study, the population characteristics and stock status of Kawakawa tuna were estimated by collecting length frequency data from 7 fishing discharge areas including Pasabandar, Brise, Konarak, Pezam (Sitan and Baluchestan provinces), as well as the ports of Jask, Kong, and Javad al-Aimeh or Parsian (Hormozgan province) and as well as catches time series data on in the southern waters of the country. In this study, a total 3684 fish were biometrically measured at the research stations: growth indices including $L_{\infty} = 90$ cm, growth rate (yr^{-1}) = 0.49, natural mortality ($M = 0.55 \text{ yr}^{-1}$), fishing mortality (yr^{-1}) = 1.03, total mortality (yr^{-1}) = 1.58, and exploitation rate (yr^{-1}) = 0.65, and time to zero length were calculated as -0.24. The values of the length-based spawning potential ratio (LBSPR) index provide estimates of the spawning potential ratio (SPR) and in this study indicate the average stock status (LBSPR = 0.54). The mean (maximum-minimum) indices of B/B_{MSY} , F/F_{MSY} , and saturation ($S = B/K$) of the CMSY model was calculated as 0.85(0.82-0.95), 1.16(0.96-1.20), 0.42 (0.40-0.51), respectively. The maximum sustainable yield (MSY) of the CMSY model was estimated at 27 (25-32) thousand tons. Based on the results obtained, the status of the Kawakawa tuna harvest in the country southern waters has been from full exploitation (yellow) to overfishing (red), and for this reason, a precautionary approach should be considered in the management and exploitation of this species.

Cite this article: Hashemi, S.A.R., Doustdar, M., Darvishi, M., Rahmati, R. (2025). Harvest status of Kawakawa (*Euthynnus affinis* Cantor, 1849) assesment using a limited data approach in the southern waters of Iran (Persian Gulf and Oman Sea). *Journal of Fisheries*, 78 (3), 231-245. DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2025.391316.1452>



© The Author(s) **Publisher:** University of Tehran Press.
 DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2025.391316.1452>



دانشگاه تهران

شیلات، مجله منابع طبیعی ایران

شاپا الکترونیکی: ۷۸۰۹-۲۴۲۳

سایت نشریه: <https://jfisheries.ut.ac.ir>

بررسی وضعیت برداشت ماهی زرده (*Euthynnus affinis* Cantor, 1849) با کمک رویکرد داده‌های محدود در آب‌های جنوب ایران (خلیج فارس و دریای عمان)

سیداحمد رضا هاشمی^{۱*} | مسطوره دوستدار^۲ | محمد درویشی^۳ | رحیمه رحمتی^۴

۱. نویسنده مسئول، مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، چابهار، ایران. رایانامه: seyedahmad91@gmail.com
۲. مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. رایانامه: mastooreh.doustdar@gmail.com
۳. پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران. رایانامه: m.darvishi70@yahoo.com
۴. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران. رایانامه: rahmati764@gmail.com

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۴/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۲۸

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۷/۰۱

کلیدواژه:

بهره‌برداری پایدار،

دریای عمان،

شاخص‌های F/F_{MSY} ، B/B_{MSY}

ماهی زرده.

خلیج فارس و دریای عمان دارای گونه‌های مختلفی از آبزیان می‌باشد، که در این میان تون ماهیان دارای اهمیت بسیار زیادی است. ماهی زرده از جمله تون ماهیانی است که در سال‌های اخیر میزان صید آن کاهش نشان می‌دهد. در این تحقیق خصوصیات جمعیتی و وضعیت برداشت ماهی زرده (*Euthynnus affinis*) با جمع‌آوری اطلاعات فراوانی طولی از ۷ منطقه تخلیه صید شامل بنادر پسابندر، بريس، کنارک، پزم (استان سیستان و بلوچستان)، همچنین بنادر جاسک، کنگ و جواد الائمه یا پارسیان (استان هرمزگان) و همچنین داده‌های سری زمانی صید در آب‌های جنوب کشور تخمین زده شد. در این مطالعه در مجموع ۳۶۸۴ عدد ماهی در ایستگاه‌های تحقیق، مورد زیست‌سنجی قرار گرفت و شاخص‌های رشد شامل طول بی نهایت $L_{\infty}=90$ cm، ضریب رشد $K=0.49$ (yr^{-1})، مرگ و میر طبیعی $M=0.55$ (yr^{-1})، مرگ و میر صیادی $F=1.03$ (yr^{-1})، مرگ و میر کل $Z=1.58$ (yr^{-1}) و ضریب بهره‌برداری $E=0.65$ (yr^{-1}) و زمان طول صفر به ترتیب $t_0=-0.24$ محاسبه شد. مقادیر شاخص نسبت پتانسیل مولدین براساس طول (LBSPR) تخمین‌هایی از نسبت پتانسیل تخم‌ریزی (SPR) ارائه داده و در این مطالعه وضعیت متوسط ذخیره (LBSPR) ۰/۵۴ را نشان می‌دهد. میانگین (حداکثر-حداقل) شاخص‌های بیوماس به بیوماس حداکثر محصول پایدار (B/B_{MSY})، نسبت میزان مرگ و میر صیادی موجود به مرگ و میر حداکثر محصول پایدار (F/F_{MSY}) و بیوماس به ظرفیت حمل یا اشباعیت ($S=B/K$) مدل صید-محصول حداکثر پایدار (CMSY) به ترتیب (۰/۸۵-۰/۸۲-۰/۹۵)، (۰/۹۶-۱/۲۰-۱/۱۶)، (۰/۴۰-۰/۵۱-۰/۴۲) محاسبه گردید. حداکثر محصول پایدار (MSY) مدل صید-محصول حداکثر پایدار (CMSY) (۲۵-۳۲) هزار تن تخمین زده شد. براساس نتایج به دست آمده وضعیت برداشت ماهی زرده در آب‌های جنوب کشور بهره‌برداری کامل (رنگ زرد) به سمت صید بی‌رویه (رنگ قرمز) بوده و به همین دلیل بایستی در مدیریت صید و بهره‌برداری از این گونه رویکرد احتیاطی مدنظر قرار گیرد.

استناد: هاشمی؛ سیداحمد رضا، دوستدار؛ مسطوره، درویشی؛ محمد، رحمتی؛ رحیمه (۱۴۰۴). بررسی وضعیت برداشت ماهی زرده (*Euthynnus affinis* Cantor, 1849) با کمک

رویکرد داده‌های محدود در آب‌های جنوب ایران (خلیج فارس و دریای عمان). نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، ۷۸ (۳)،

DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2025.391316.1452>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2025.391316.1452>



۱. مقدمه

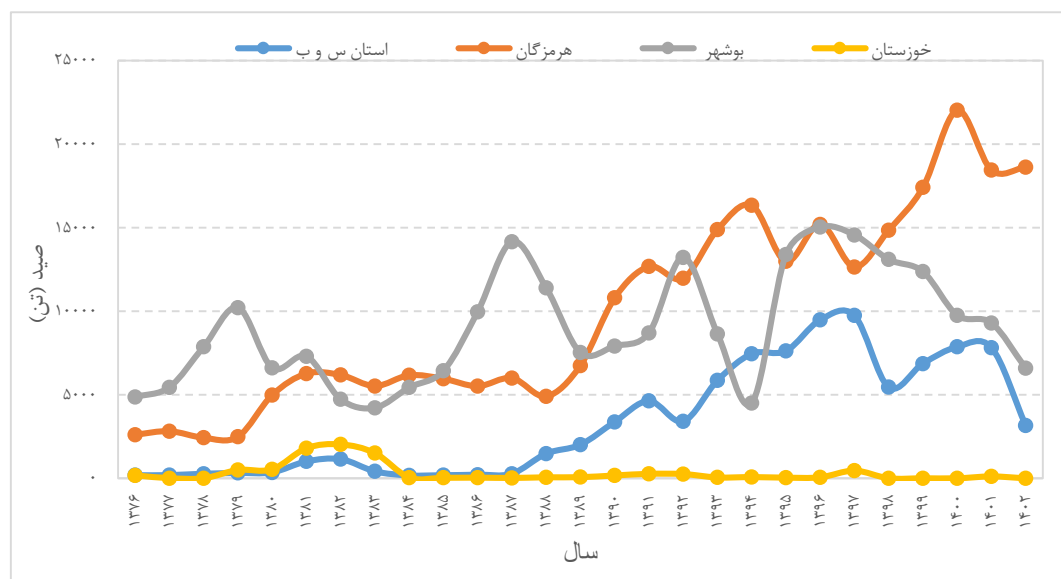
ارزیابی ذخایر و بررسی پویایی جمعیت آبزیان به عنوان یکی از حوزه‌های کلیدی در مدیریت منابع طبیعی، نقش حیاتی در حفظ تعادل اکوسیستم‌های دریایی و تأمین نیازهای اقتصادی و اجتماعی جوامع بشری دارد. با توجه به فشارهای زیادی که انسان‌ها و تغییرات محیطی بر ذخایر آبزیان وارد می‌کنند، این ارزیابی‌ها ضروری هستند تا بتوان از منابع آبی به صورت پایدار استفاده کرد (Karp et al., 2018; Medeiros-Leal et al., 2023). ارزیابی ذخایر و پویایی جمعیت آبزیان ابزاری حیاتی در مدیریت شیلاتی است که داده‌های ضروری در مورد اندازه، سلامت و پایداری جمعیت آبزیان را ارائه می‌دهد. علاوه بر این، گنجاندن متغیرهای محیطی و اثرات تغییرات اقلیمی در مدل‌های ارزیابی ذخایر برای پیش‌بینی روندهای آینده در جمعیت آبزیان به طور فزاینده‌ای اهمیت یافته است. مدیریت مؤثر مبتنی بر ارزیابی‌های قوی، بقای طولانی مدت این منابع را تضمین می‌کند و در عین حال نیازهای اکولوژیک و اقتصادی را متعادل می‌سازد. بررسی وضعیت ذخایر آبزیان و تعیین میزان برداشت مناسب از آنها، یکی از اصلی‌ترین موضوعات در مدیریت منابع طبیعی و صنعت شیلات است. این فرآیند نه تنها به حفظ پایداری منابع آبی کمک می‌کند، بلکه نقش مهمی در حفظ تعادل اکوسیستم‌های دریایی و تأمین امنیت غذایی جوامع وابسته به این منابع دارد (Karp et al., 2018; Medeiros-Leal et al., 2023).

مدیریت پایدار و اجرای سیاست‌های حفاظتی مؤثر نیز نقش کلیدی در حفظ تعادل اکوسیستم‌های دریایی و تأمین نیازهای آینده جوامع بشری دارد. در حال حاضر در ایران بخش از تلاش‌ها در جهت توسعه بهره‌برداری از منابع ماهیگیری است و ضرورت دارد تا راهکارهای بهره‌برداری بهینه از منابع ماهیگیری در دستور کار شیلات قرار بگیرد (Hosseini et al., 2002; Taghavi Motlagh et al., 2009; Hashemi et al., 2009; Hashemi, 2024). دریای عمان با شرایط اکولوژیک منحصر به فرد میزبان تنوع گونه‌ای زیادی از آبزیان است که شرایط تهیه معیشت، اشتغال و فعالیت‌های اقتصادی گسترده‌ای را برای ساحل‌نشینان فراهم کرده است (Amini-Rad, 2018; Hashemi, 2024).

خلیج فارس و دریای عمان دارای گونه‌های مختلفی از آبزیان می‌باشند، که در این میان تون ماهیان دارای اهمیت بسیار زیادی در زمینه‌های غذایی، صنعتی، تجاری و ارزآوری می‌باشند و ابزار اصلی صید آنها تورهای گوشگیر می‌باشد. زیر راسته «Scombroidea» ۵۲ گونه و ۱۵ جنس را شامل شده که کمتر از ۱۰٪ کل صید ماهیان خوراکی را تشکیل داده و در ژاپن، آمریکا و اروپا دارای قیمت بالایی می‌باشند (Froese and Pauly, 2024; FAO, 2025). از گونه‌های مهم تون ماهیان، گونه ماهی زرده (*Euthynnus affinis*) است که دارای نام‌های انگلیسی «Kawakawa»، «Eastern little tuna» و «Mackerel tuna» بوده و گونه‌ای است که در اقیانوس هند-آرام بین عرض جغرافیایی ۴۵ درجه شمالی و ۴۵ درجه جنوبی پراکنش دارد. گونه ماهی زرده که از لحاظ فیلولوژی جزء پیشرفته‌ترین تون ماهیان محسوب می‌گردد (Froese and Pauly, 2024; FAO, 2025)، گونه مهاجر سطح‌زی است که در مناطق حاره و تحت حاره وجود دارد و زیستگاه این ماهی مناطق ساحلی (نریتیک) بوده و بیشتر لاروها و بچه‌ماهی آنها در این قسمت مشاهده شده و بالغین آن به نقاط دور از ساحل و به سمت اعماق تمایل دارند (Froese and Pauly, 2024).

میزان صید جهانی ماهی زرده حدود ۳۴۰ هزار تن در سال برآورد شده (FAO, 2025) است. میزان صید آن در اقیانوس هند حدود ۱۵۰ هزار تن بوده و کشورهای اندونزی (۳۱ درصد)، ایران (۲۳ درصد) و هندوستان (۲۰ درصد) بالاترین بهره‌برداری این گونه در اقیانوس هند می‌باشند (IOTC, 2023). میزان صید این گونه در آب‌های جنوبی کشور از حدود ۸ هزار تن در سال ۱۳۷۶، به بیش از میزان ۲۸ هزار تن در سال ۱۴۰۲ رسیده است (شکل ۱) و دارای روند افزایشی طی دو دهه گذشته در آب‌های جنوبی کشور بوده که در سال‌های اخیر (سه سال اخیر) روند کاهشی را نشان می‌دهد (Iranian Fisheries Organization (IFO), 2024). برخی از مطالعاتی که در زمینه ماهی زرده در داخل و خارج از کشور انجام شده است شامل: بررسی پارامترهای رشد و مرگ و میر ماهی زرده در آب‌های سواحل هرمزگان (خلیج فارس و دریای عمان) توسط محققان بسیاری مورد بررسی قرار گرفته است (Talibzadeh, 1997; Darvishi et al., 1999; Hashemi et al., 2009; Hashemi, 2024). همچنین پارامترهای رشد و مرگ و میر ماهی زرده در آب‌های تایلند بررسی شده است (Yesaki, 1994). Nasser و همکاران (۱۹۹۹) وضعیت ذخایر تون ماهی را در

جزایر «لاشادویپ»^۱ هندوستان و Sivads و همکاران (۲۰۰۰) وضعیت ذخایر تون ماهی را در «جزایر مینوکی»^۲ هندوستان مورد ارزیابی قرار دادند. توسط Pillai و همکاران (۲۰۰۲) در هند، پویایی جمعیت و ارزیابی ذخایر ماهی زرده صورت گرفت. بررسی شاخص رشد و مرگ و میر ماهی زرده در سواحل جنوب غربی هندوستان (Mudumala et al., 2018) و وضعیت بهره‌برداری و پارامترهای پویایی جمعیت ماهی زرده در دریای سرخ (مصر) مورد مطالعه قرار گرفته است (Mehanna, 2024).



شکل ۱- نمودار روند صید ماهی زرده در آب‌های جنوب کشور، استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان، بوشهر و خوزستان طی سال‌های ۱۳۷۶-۱۴۰۲

بررسی وضعیت ذخایر و تعیین میزان برداشت مناسب از ماهیان، یکی از اصول اساسی مدیریت پایدار منابع آبرزی است و ماهی زرده از جمله تون ماهیانی است که در سال‌های اخیر میزان صیدش کاهش نشان می‌دهد و با توجه به افزایش تقاضا برای این گونه و فشارهای محیطی و صنعتی، ارزیابی دقیق ذخایر آبرزیان و بررسی پویایی جمعیت آن ضروری است. در این تحقیق سعی بر آن است که با انجام بررسی خصوصیات جمعیتی این گونه، وضعیت صید آن بررسی و در اختیار مدیران شیلاتی قرار گیرد.

۲. روش‌شناسی پژوهش

منطقه مورد مطالعه بین آب‌های جنوبی کشور و استان‌های سیستان و بلوچستان و هرمزگان قرار گرفته است. هفت منطقه تخلیه صید شامل:

بندر پسابندر با طول جغرافیایی $25^{\circ} 12'$ شمالی و عرض جغرافیایی $61^{\circ} 20'$ شرقی، بندر بريس با طول جغرافیایی $25^{\circ} 16'$ شمالی و عرض جغرافیایی $61^{\circ} 15'$ شرقی، بندر کنارک با طول جغرافیایی $25^{\circ} 60'$ شمالی و عرض جغرافیایی $60^{\circ} 60'$ شرقی، بندر پزم با طول جغرافیایی $25^{\circ} 14'$ شمالی و عرض جغرافیایی $60^{\circ} 28'$ شرقی (استان سیستان و بلوچستان)، بندر جاسک با طول جغرافیایی $25^{\circ} 12'$ شمالی و عرض جغرافیایی $61^{\circ} 20'$ شرقی، بندر کنگ با طول جغرافیایی $26^{\circ} 37'$ شمالی و عرض جغرافیایی $54^{\circ} 55'$ شرقی و بندر جوادالائم (پارسیان) با طول جغرافیایی $27^{\circ} 12'$ شمالی و عرض جغرافیایی $53^{\circ} 02'$ شرقی (استان هرمزگان)، به عنوان ایستگاه‌های نمونه‌برداری از ماهی زرده انتخاب گردید (شکل ۲).

¹ Lakshadweep

² Minicoy



شکل ۲- نقشه موقعیت مناطق جمع‌آوری اطلاعات ماهی زرده در آب‌های جنوبی کشور (خلیج فارس و دریای عمان)

نمونه‌برداری به صورت ماهیانه از ماهیان تخلیه شده در ایستگاه‌ها مذکور انجام گرفت. نمونه‌برداری از فروردین ۱۴۰۰ تا اسفند ۱۴۰۲ از صید تجاری تخلیه شده به ایستگاه‌های مورد نظر، طبق برنامه و با انتخاب تصادفی صورت پذیرفت و نمونه‌ها پس از انتخاب مورد زیست‌سنجی (اندازه‌گیری طول چنگالی) قرار گرفتند. طول چنگالی با استفاده از خط‌کش زیست‌سنجی با دقت ۱ سانتی‌متر و وزن ماهی‌ها به وسیله ترازوی با دقت ۵۰ گرم در مناطق مورد مطالعه صورت پذیرفت.

۲-۱. پویایی جمعیت

داده‌ها براساس قاعده استورگس^۱ طبقه‌بندی شدند (Vine, 2002). برآورد L_{∞} براساس نمودار پاول-ودرال^۲ می‌باشد و در مطالعه حاضر، از این روش محاسبه گردید (Gayanilo et al., 2003). معادله رگرسیون پاول-ودرال به صورت $L_{\infty} = a/b$ و $L - L_{\infty} = a + b$ می‌باشد (L : میانگین گروه‌های طولی، L' : کمینه هر گروه طولی، a و b : به ترتیب عرض از مبدأ و شیب معادله) (Gayanilo et al., 2003). ضریب رشد با بکارگیری روش الفان^۳ (مدل بهینه‌سازی^۴) موجود در بسته تروپ فیش آر (TropFishR) نرم‌افزار آر استریو (RStudio) به دست آمد (Mildenberger et al., 2017).

میزان بهینه t_0 از طریق فرمول تجربی پائولی (Froese and Binohlan, 2000) و مقایسه شاخص رشد از جمله طول بی نهایت (L_{∞}) و ضریب رشد (K) از آزمون مونرو (Φ) (Sparre and Venema, 1998) و ضریب مرگ و میر طبیعی (M) با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد (Then et al., 2015):

$$\text{Log}(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \text{Log}(L_{\infty}) - 1/0.38 \text{Log}(K)$$

$$\Phi = \text{Log}(K) + 2 \text{Log}(L_{\infty})$$

$$M = 4/118 \times K^{(0.73)} \times L_{\infty}^{(-0.33)}$$

L_{∞} : طول بی‌نهایت گونه بر حسب سانتی‌متر، K : عامل انحنا رشد وان-برتالنی است. مرگ و میر کل (Z) براساس اطلاعات گروه

¹ Sturgess

² Powell-Wetherall plot

³ Electronic Length Frequency Analysis= ELEFAN

⁴ Method = "optimise"

های طولی صید^۱ محاسبه شد و با تفاضل مرگ و میر کل از مرگ و میر طبیعی، میزان مرگ و میر صیادی به دست آمد. ضریب بهره برداری^۲ که نسبت مرگ و میر صیادی به مرگ و میر کل است، از رابطه $E = F/Z$ محاسبه گردید (Sparre and Venema, 1998).

۲-۲. شاخص نسبت پتانسیل مولدین براساس طول (LBSPR)^۳

نسبت پتانسیل مولدین در یک جمعیت در حال بهره برداری تابعی از نسبت مرگ و میر صیادی به مرگ و میر طبیعی (F/M)، انتخاب پذیری و نسبت پارامترهای تاریخیچه حیات چون مرگ و میر طبیعی به عامل رشد (M/K)، طول بلوغ به طول بی نهایت (L_m/L_∞) است (Hordyk et al., 2015; Carruthers and Hordyk, 2018). براساس مطالعات قبلی طول بلوغ ماهی زرده ۴۴ سانتی متر (Kaymaram, 2013) در نظر گرفته شد.

$$SPR = \text{Total Egg Production (Fished)} / \text{Total Egg Production (Unfished)}$$

۲-۳. مدل صید-محصول حداکثر پایدار^۴ (CMSY)

مدل صید-محصول حداکثر پایدار مدل سازی براساس الگوریتم تصادفی تولید مازاد و وارد نمودن مقادیر اولیه پارامترهای ورودی (اطلاعات اولیه محقق) و شبیه سازی روش مونت کارلو^۵ (روش حل مسأله با کمک نمونه گیری تصادفی تکرارشونده) برحسب توزیع احتمالات صورت پذیرفته و مقادیر پارامترهای محاسباتی (خروجی) را اندازه گیری می نماید. برای محاسبه عوامل و بررسی وضعیت ذخیره، داده های حداقلی گونه های مختلف متفاوت بوده و حداقل ۱۰ سال داده صید نیاز می باشد (Froese et al., 2016). در این مدل از داده های صید سال ۱۳۷۶ تا ۱۴۰۲ ماهی زرده در استان سیستان و بلوچستان کمک گرفته شد. مدل تولید مازاد گراهام-شیفر^۶ یک روش ساده است که کاربرد وسیعی جهت برآورد بیوماس داشته و در این رویکرد استفاده شده و فرمول آن به صورت زیر است.

$$B_{y+1} = B_y + rB_y(1 - B_y/k) e^{s1} - C_t e^{s2}$$

B_y : بیوماس یا زیست توده در سری زمانی و سال y ; r : نرخ رشد آنی (لحظه ای)^۷; K : ظرفیت حمل^۸ که برابر با بیوماس اولیه یا بیوماس دست نخورده و در ابتدای مدل سازی بین ۱ تا ۲ برابر صید حداکثر به عنوان حداقل ظرفیت حمل و ۴ تا ۱۲ برابر صید حداکثر به عنوان حداکثر ظرفیت حمل به عنوان ورودی مدل و C_y : صید در سری زمانی و سال y می باشد (Froese et al., 2016). میزان مرگ و میر صیادی حداکثر محصول پایدار^۹ با استفاده از رابطه $F_{MSY} = r/2$ ، حداکثر محصول پایدار از طریق رابطه $MSY = rk/4$ و بیوماس حداکثر محصول پایدار^{۱۰} از طریق $B_{MSY} = K/2$ محاسبه می شود (Zhou et al., 2017). براساس مطالعات گذشته (Hashemi, 2024) نرخ رشد لحظه ای به عنوان داده ورودی بین ۰/۲ الی ۰/۸ در نظر گرفته شد. در تجزیه و تحلیل داده های حاصل از نرم افزارهای Excel، Rstudio (2024.12.0)، R (4.4.2) و سطح معنی داری ۰/۰۵ استفاده شد.

۳. یافته های پژوهش

در مجموع ۳۶۸۴ عدد ماهی مورد زیست سنجی قرار گرفت. در این بررسی ها کوچکترین طول ماهی ۲۵ سانتی متر و بزرگترین آن ۸۷ سانتی متر و میانگین (انحراف معیار) طول ۶۱ سانتی متر (± 7) و میانگین (انحراف معیار) وزن ۲۶۰۶ گرم (± 859) در ماه های مختلف سال تحقیق به دست آمد. داده های طولی در گروه های ۵ سانتی متری دسته بندی شده و همچنین بیشترین فراوانی و درصد فراوانی (حدود ۲۲ درصد) در گروه طولی ۶۵-۶۰ سانتی متر بود (شکل ۳).

¹ Catch Curve Converted Length

² Exploitation ratio

³ Length-based Spawning Potential Ratio

⁴ (CMSY) Catch-MSY

⁵ Monte Carlo

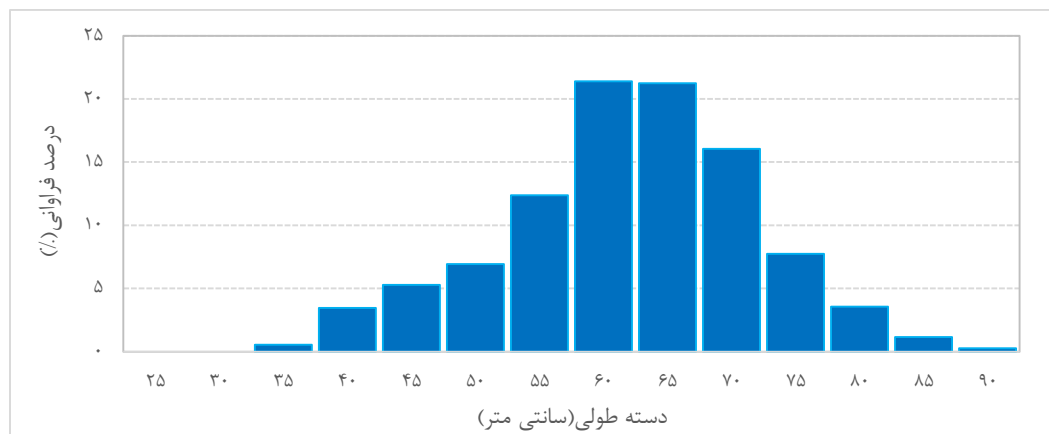
⁶ Surplus production model (SGSPM) Graham-Schaefer

⁷ Intrinsic growth rate (IGR)

⁸ Carrying capacity (CC)

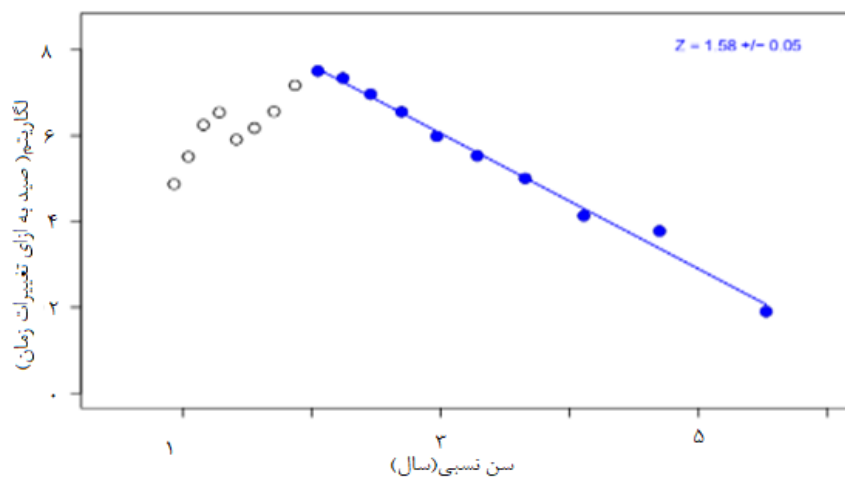
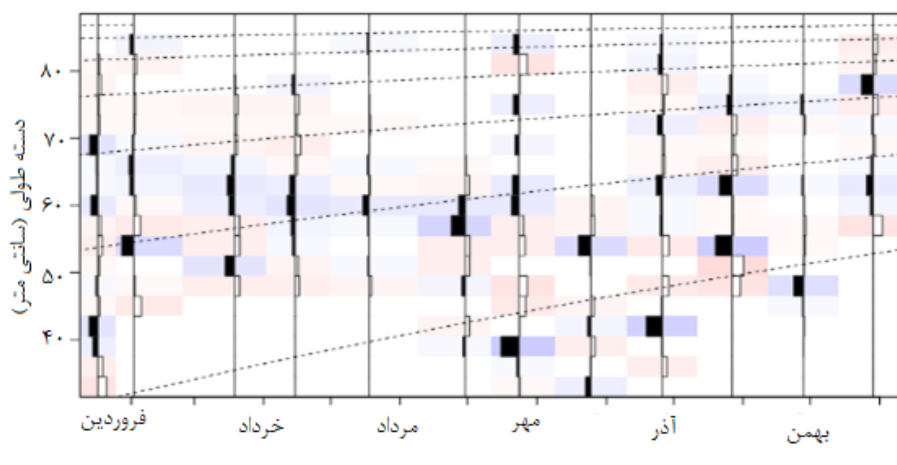
⁹ Fishing mortality of maximum sustainable yield (F_{MSY})

¹⁰ Biomass of maximum sustainable yield (B_{MSY})



شکل ۳- نمودار درصد فراوانی طولی ماهی زرده در دسته‌های طولی مختلف طی نمونه‌برداری سال ۱۴۰۰-۱۴۰۲ در آب‌های جنوبی کشور (خلیج فارس و دریای عمان)

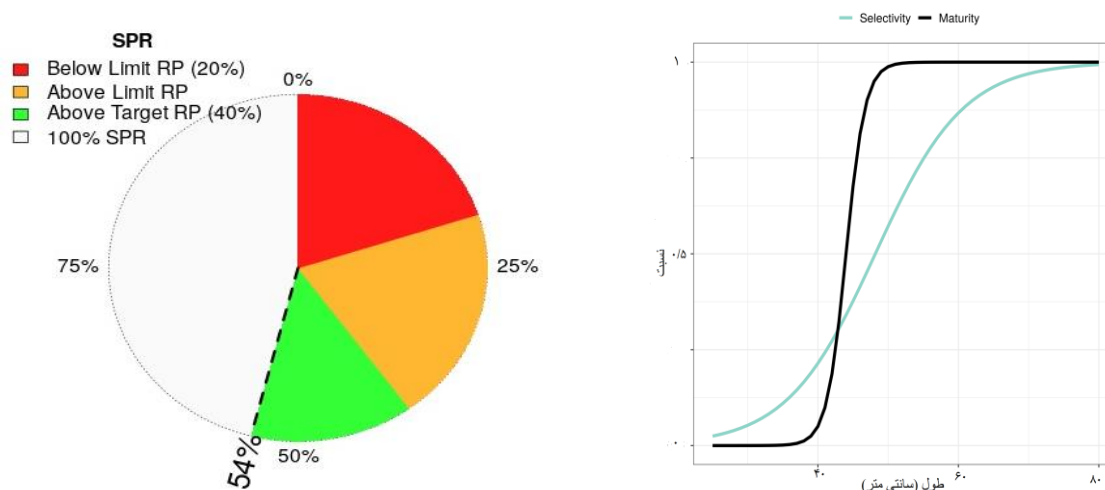
پویایی جمعیت برای کل ماهیان به‌ترتیب به‌صورت طول بینهایت ۹۰ سانتی‌متر، ضریب رشد ۰/۴۹ در سال، زمان طول صفر ۰/۲۴- بود (شکل ۳). همچنین مرگ و میر طبیعی ۰/۵۵ در سال، مرگ و میر صیادی ۱/۰۳ به‌ازای سال، مرگ و میر کل ۱/۵۸ به‌ازای سال (شکل ۴)، ضریب بهره‌برداری ۰/۶۵ سالانه و میزان فایم پریم مونرو (Φ') ۳/۶۲ به‌دست آمد. با استفاده از معادله وان-برتالانفی می‌توان طول ماهی را برای سنین مختلف محاسبه نمود.



شکل ۴- منحنی رشد (الف) و منحنی صید خطی حاصل از داده‌های فراوانی طولی (ب) ماهی زرده در آب‌های جنوبی کشور (خلیج فارس و دریای عمان)

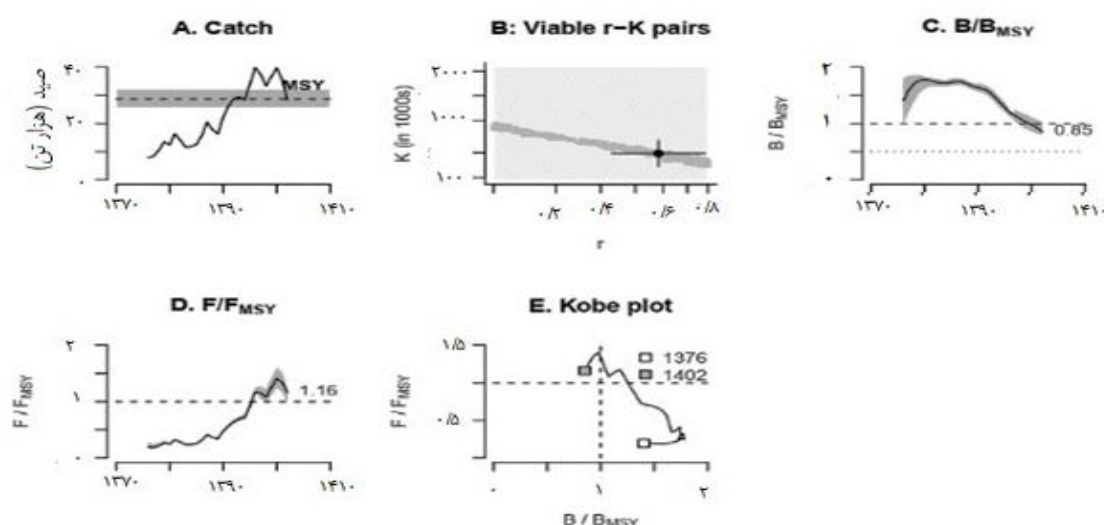
۳-۱. نسبت پتانسیل مولدین براساس طول (LBSPR)

نسبت پتانسیل مولدین براساس طول در یک جمعیت در حال بهره‌برداری تابعی از عوامل مختلف بوده و نسبت پتانسیل مولدین براساس طول در سال‌های مورد مطالعه (۰/۶۶-۰/۴۳) ۰/۵۴ به‌دست آمد (شکل ۵).



شکل ۵- نسبت پتانسیل مولدین براساس طول از داده‌های فراوانی طولی ماهی زرده در آب‌های جنوبی کشور (خلیج فارس و دریای عمان)

مقدار اولیه برای شروع مدل‌سازی براساس رویکرد بیزی و شبیه‌سازی مونت کارلو بوده و در این تحقیق بیوماس نسبی اولیه ۰/۵-۰/۹ و ظرفیت حمل محیطی اولیه به‌صورت ۱۷۹-۱۱ هزار تن در نظر گرفته شد (این اعداد براساس مقادیر صید گونه و به‌صورت پیش‌فرض نرم‌افزار در نظر گرفته می‌شود). مقادیر خروجی مدل بعد از ۱۰۰۰۰ بار شبیه‌سازی مونت کارلو به‌صورت زیر به‌دست آمد. نرخ رشد آنی (لحظه‌ای) براساس مدل صید-محصول حداکثر پایدار (CMSY)، (۰/۴۰-۰/۷۸) ۰/۵۶ به‌دست آمد. میانگین (حداکثر-حداقل) شاخص‌های بیوماس به بیوماس محصول پایدار (B/B_{MSY})، نسبت میزان مرگ و میر صیادی موجود به مرگ و میر حداکثر محصول پایدار (F/F_{MSY}) و بیوماس به ظرفیت حمل یا اشباعیت (S=B/K) مدل صید-محصول حداکثر پایدار (CMSY) در شکل ۶ و جدول ۱ نشان داده شده است. حداکثر محصول پایدار (MSY) مدل صید-محصول حداکثر پایدار (CMSY) (۲۵-۳۲) ۲۷ هزار تن تخمین زده شد (شکل ۶).



شکل ۶- نمودار های روند تغییرات F/F_{MSY} ، B/B_{MSY} و B/K برای ماهی زرده در آب‌های جنوب کشور (خلیج فارس و دریای عمان) (مدل CMSY)

جدول ۱- مقایسه شاخص‌های مختلف مدل CMSY (میانگین، حداقل-حداکثر) برای ماهی زرده در آب‌های جنوب کشور (خلیج فارس و دریای عمان)

شاخص	زرده
بیوماس به بیوماس حداکثر محصول پایدار (B/B_{MSY})	۰/۸۵ (۰/۸۲-۰/۹۵)
حداکثر محصول پایدار (MSY) به هزار تن	۲۷ (۲۵-۳۲)
مرگ و میر صیادی به مرگ و میر حداکثر محصول پایدار (F/F_{MSY})	۱/۱۶ (۰/۹۶-۱/۲)
بیوماس به ظرفیت حمل محیطی (B/K)	۰/۴۲ (۰/۴-۰/۵۱)
وضعیت برداشت براساس CMSY	زرد

۴. بحث و نتیجه‌گیری نهایی

بررسی وضعیت ذخایر و تعیین میزان برداشت مناسب از ماهیان، یکی از اصول اساسی مدیریت بوده و این فرآیند نه تنها به حفظ تعادل اکوسیستم و امنیت غذایی کمک می‌کند، بلکه نقش کلیدی در توسعه اقتصادی و پیشگیری از فروپاشی ذخایر دارد. ماهی زرده از جمله ماهیان سطح‌زی درشت و از ماهیان با ارزش اقتصادی در آب‌های جنوب کشور است که در چند سال اخیر میزان صید آن در هرمزگان و نیز کل کشور کاهش یافته است و در آب‌های جنوب کشور حدود ۲۸ هزار تن (سال ۱۴۰۲) صید شده است (Iranian Fisheries Organization (IFO), 2024). با در نظر گرفتن روند صید و واکنش‌های احتمالی جمعیت به این افزایش، نیاز به اطلاعات به‌روز شده در خصوص ذخایر این گونه بیش از پیش احساس می‌گردد. ذخایر آبیان بخشی جدایی‌ناپذیر از اکوسیستم‌های دریایی هستند و نقش مهمی در حفظ تنوع زیستی و تعادل اکولوژیک ایفا کرده و به‌عنوان یکی از منابع غذایی اصلی برای بسیاری از جوامع ساحلی و وابسته به دریا بوده که نقش مهمی در امنیت غذایی دارند (Hashemi, 2024).

طول بی‌نهایت (طول چنگالی) ماهی زرده استان هرمزگان (خلیج فارس و دریای عمان) در سال ۱۳۷۸ ۹۴ سانتی‌متر (Darvishi et al., 1999) بوده و در مطالعه حاضر در آب‌های جنوب کشور (خلیج فارس و دریای عمان) مقادیر پایین‌تر به‌دست آمد (۹۰ سانتی‌متر) و به‌نظر می‌رسد طول بی‌نهایت ماهی زرده مقداری کاهش یافته باشد که این تغییرات می‌تواند دلایل متعددی داشته باشد و از جمله دلایل آن افزایش صید و فشار صیادی طی دوره یاد شده باشد. افزایش فشار صیادی و بالا رفتن صید یکی از عوامل تغییردهنده

پارامترهای جمعیتی آبزیان در هر منطقه است و در بسیاری از جمعیت‌ها همراه با کاهش میانگین طول، کاهش طول بینهایت، کاهش طول بلوغ، افزایش ضریب رشد و افزایش تولید (بیوماس) گزارش شده است (Welcomme, 2001; Gough et al., 2020; Smolinski and Berg, 2022). در استان هرمزگان میزان ضریب رشد (سالانه) و طول بینهایت (سانتی‌متر) ماهی زرده به ترتیب ۰/۶۹ و ۸۶ (Talibzadeh, 1997) و در یمن این مقادیر به ترتیب ۰/۲۳ و ۹۲ محاسبه گردید (Yesaki, 1994). طول بینهایت و پارامترهای رشد گزارش شده برای ماهی زرده در نقاط مختلف جهان در جدول ۲ نشان داده شده است و دامنه این پارامترها در مطالعات گذشته به ترتیب در دامنه ۹۴-۵۵ سانتی‌متر، ۲/۲۳-۰/۲۳ سالانه گزارش شده است. تفاوت‌های موجود در طول بینهایت و ضریب رشد متأثر از تفاوت‌های اکولوژیک هر ناحیه می‌باشد (King, 2007). خصوصیات تولیدمثلی، مرفولوژیک، اندازه جمعیت و فراوانی ژنی گونه‌ها با توجه به محل زیست آنها و براساس انتخاب طبیعی، الگوهای انطباقی متفاوتی در طول حیاتشان از خود نشان می‌دهند (Adams, 1980). میزان L_{∞} و K رابطه عکس با یکدیگر دارند و با کاهش میزان L_{∞} میزان K افزایش می‌یابد و برعکس (Sparre and Venema, 1998). به‌طور کلی می‌توان گفت هرچه به سمت مناطق گرمسیری می‌رویم، طول بینهایت کاهش و ضریب رشد افزایش می‌یابد، که علت آن احتمالاً افزایش حرارت سطحی آب می‌باشد. نرخ متابولیت بدن ماهی همراه با افزایش درجه حرارت زیاد شده، در نتیجه ماهی در آب‌های گرمتر ضریب رشد بیشتری نسبت به آب‌های سردتر داراست. همین افزایش رشد در آب‌های گرمتر می‌تواند باعث کاهش طول بینهایت آنها نیز گردد (Pauly, 1998). ولی به‌طور کلی تفاوت در طول بینهایت و ضریب رشد از یک منطقه به یک منطقه دیگر می‌تواند به علت کمیت و کیفیت مواد غذایی و شرایط آب و هوایی باشد (Bartulovic et al., 2004). همچنین عوامل مختلف رشد ماهی را تحت تأثیر قرار دهند که از جمله آنها می‌توان به سن، جنس، فصل، سال، نوع تغذیه، شرایط فیزیولوژیک، تفاوت در دسترسی بودن غذا و دوره تولیدمثل اشاره کرد (Lalèye, 2006).

میزان مرگ و میر طبیعی، مرگ و میر صیادی، مرگ و میر کل و ضریب بهره‌برداری ماهی زرده در مطالعات گذشته به ترتیب در دامنه ۰/۹۸-۰/۶۵ سالانه، ۰/۸۹-۴/۹ سالانه، ۱/۵۶-۵/۸۵ سالانه و ۰/۸۳-۰/۴۲ سالانه گزارش شده است و با مقایسه اعداد به دست آمده (جدول ۲)، می‌توان گفت مرگ و میر و ضریب بهره‌برداری ماهی زرده در دو دهه گذشته بیش از مقادیر بهینه برآورد شده است. بررسی پویایی جمعیت و ارزیابی ذخایر ماهی زرده در هندوستان توسط Silas و همکاران (۱۹۸۵) انجام گرفت و گزارش کردند که حداکثر بهره‌برداری از تون ماهیان ساحلی هندوستان از ماهی زرده انجام می‌گیرد و عمده منطقه جنوب غربی هندوستان با ضریب بهره‌برداری ۰/۸۶، منطقه غرب هند با ضریب بهره‌برداری ۰/۷۷ و در سواحل جنوب شرقی این کشور برابر با ۰/۷۵ می‌باشد. مطالعات نشان داده است یک گونه مشابه ممکن است میزان مرگ و میر متفاوتی در مناطق جغرافیایی مختلف داشته باشد که مربوط به تغییرات آب و هوایی و غذایی (Micheal, 1995)، شرایط محیطی (حرارت، آلودگی و ...) و تراکم شکارچیان و جانوران رقیب است (King, 2007).

مقادیر Φ' در سایر گزارش‌ها در محدوده ۳/۸۲-۳/۳۸ ذکر شده است که مقادیر به دست آمده از این مطالعه در این محدوده است (جدول ۱). مقایسه مقادیر Φ' منحنی رشد گونه‌های مختلف آبی برای این است که بین طول بینهایت و ضریب رشد، همبستگی وجود داشته و منحنی رشد حاصل از آن دارای نرخ رشدی است که در زمان و اندازه متفاوت، دارای تغییرات ثابتی است. مقادیر تست فایم پریم مونرو برای این گونه در استان هرمزگان در محدوده ۳/۳۸-۳/۷۰ بوده و نسبت به مطالعه گذشته در استان هرمزگان تفاوت زیادی را شاهد نیستیم. اختلاف در شرایط اکولوژیک و تغییر عرض جغرافیایی، می‌تواند بر میزان L_{∞} و K تأثیر داشته و این تغییرات میزان متفاوتی از Φ' را شامل می‌گردد و حتی در یک منطقه در دوره‌های زمانی مختلف می‌تواند به علت تغییر شرایط محیطی مقادیر متفاوتی داشته باشد (King, 2007).

در این مطالعه ضریب بهره‌برداری (E) بیشتر از ۰/۵ به دست آمده که نشان‌دهنده وجود صید بی‌رویه ماهی زرده در آب‌های جنوب کشور است. میزان ضریب بهره‌برداری در جمعیت نباید بیش از ۰/۵ و یا مرگ و میر صیادی بیش از مرگ و میر طبیعی باشد، زیرا نشان‌دهنده صید بی‌رویه است (Sparre and Venema, 1998; King, 2007). از عوامل مؤثر بر تحت فشار بودن ذخیره می‌توان به میزان صید و برداشت از ذخیره و عوامل محیطی که بر بقاء و باز ماندگی و دسترسی به ذخیره مؤثر است، اشاره کرد (Mateus and Estupinan, 2002).

جدول ۲- شاخص های رشد و مرگ و میر ماهی زرده در نقاط مختلف جهان

منطقه	منبع	L_{∞} (سانتی متر)	K (سالانه)	t_0 (سالانه)	Φ'	M	F	Z	E
تایلند	Yasaki, 1982	۷۶	۰/۴۶	—	۳/۴۲	—	—	—	—
هند	Silas <i>et al.</i> , 1985	۸۱	۰/۳۴	-۰/۳۴	—	—	—	—	—
سری لانکا	Joseph <i>et al.</i> , 1987	۵۹	۰/۶۹	—	—	—	—	—	—
تایلند	Supongpan and Saikiang, 1987	۵۵	۲/۲۳	-۰/۰۱۵	۳/۸۲	—	—	—	—
تایلند	Yasaki, 1989	۷۶	۰/۹۶	—	—	—	—	—	—
یمن	Shahersaeed, 1995	۹۲	۰/۲۳	—	—	—	—	—	—
هند	Pillai <i>et al.</i> , 2002	۸۹	۰/۹	—	—	۰/۹۸	۴/۹	۵/۸۵	۰/۸۳
خلیج فارس و دریای عمان (ایران)	Talibzadeh, 1997	۸۶	۰/۶۹	—	۳/۷۰	۰/۸	۲/۴	۳/۱۲	۰/۷۶
خلیج فارس و دریای عمان (ایران)	Darvishi <i>et al.</i> , 1999	۹۴	۰/۵۳	-۰/۰۲۴	۳/۶۷	۰/۶۶	۱/۹	۲/۶۶	۰/۷۱
خلیج فارس و دریای عمان (ایران)	Taghavi-Motlagh <i>et al.</i> , 2009	۸۷	۰/۵۱	-۰/۲۳	۳/۵۸	۰/۶۵	۱/۷۲	۲/۳۷	۰/۷۲
هند	Mudumala <i>et al.</i> , 2018	۶۷	۰/۷	-۰/۲۶	۳/۵	۰/۸۶	۰/۶۲	۱/۴۸	۰/۴۲
خلیج فارس و دریای عمان (ایران)	Hashemi, 2021	۸۲	۰/۳۶	-۰/۳	۳/۳۸	۰/۶۷	۰/۸۹	۱/۵۶	۰/۵۷
دریای سرخ (مصر)	Mehanna, 2024	۸۳	۰/۴۷	-۰/۲۲	۳/۵۲	۰/۷۷	۰/۶۴	۱/۴۱	۰/۴۵
خلیج فارس و دریای عمان (ایران)	مطالعه حاضر	۹۰	۰/۴۹	-۰/۲۴	۳/۶۲	۰/۵۵	۱/۰۳	۱/۵۸	۰/۶۵

البته ضریب بهره برداری به تنهایی نمی تواند بیانگر وضعیت فعلی و آینده ذخیره باشد و بایستی از روش های آنالیزی در این زمینه کمک گرفت. در تحقیق Pillai و همکاران صید ماهی زرده در جنوب غربی هندوستان ضریب بهره برداری و نرخ بهره برداری بالاتر از حد مطلوب برآورد گردید که کاهش میزان فعالیت صیادی و تنظیم چشمه تور را برای کنترل این وضعیت پیشنهاد کرده است.

شاخص LBSPR تخمین هایی از نسبت پتانسیل تخم ریزی (SPR) ارائه می کند (Hordyk *et al.*, 2015; Carruthers and Hordyk, 2018) و در این مطالعه وضعیت متوسط ذخیره (LBSPR) ۰/۵۴ نشان می دهد. در این شاخص مقادیر کمتر از ۰/۲ (۰/۲) $B/B_0 \approx$ نشان دهنده تهی شدن ذخیره، مقادیر بالای ۰/۶ (۰/۶) $B/B_0 \approx$ وضعیت مناسب ذخیره و مقادیر بین ۰/۴-۰/۶ (۰/۴-۰/۶) $B/B_0 \approx$ وضعیت متوسط ذخیره و همچنین مقادیر بین ۰/۲-۰/۴ (۰/۲-۰/۴) $B/B_0 \approx$ وضعیت صید بی رویه و ذخیره رو به کاهش را نشان می دهد (Froese *et al.*, 2018; Zhai *et al.*, 2020). در مطالعه دیگری شاخص LBSPR ماهی زرده در آب های جنوب کشور ۰/۵ برآورد شد که نشان دهنده وضعیت متوسط ذخیره این گونه است (Hashemi, 2024).

براساس مطالعه حاضر و در رویکرد وزنی داده های محدود (مدل CMSY) و میزان شاخص بیوماس موجود به بیوماس حداکثر محصول پایدار (B/B_{MSY}) کمتر از عدد یک و روند نزولی آن، میزان مرگ و میر صیادی موجود به مرگ و میر حداکثر محصول پایدار (F/F_{MSY}) که افزایشی بوده و عدد بیش از یک نشان داده و مقادیر B/B_{MSY} کمتر از یک و F/F_{MSY} بیش از یک نشان دهنده صید بی رویه است (Arrizabalaga *et al.*, 2012). وضعیت صیادی معمولاً براساس B/B_{MSY} ارزیابی می شود و به سه بخش کلی تقسیم می گردد: مقدار B/B_{MSY} بزرگتر و مساوی عدد ۱/۲ به معنی وضعیت صید کمتر از بهینه^۱، بین ۱/۲ تا ۰/۸ به معنی وضعیت بهره برداری کامل^۲، بین ۰/۸ تا ۰/۲ به معنی وضعیت صید بیش از بهینه^۳ و مقادیر کمتر از ۰/۲ به معنی وضعیت کاهش شدید در

^۱ Under exploited^۲ Fully exploited^۳ Overexploited

ذخیره^۱ است (Branch et al., 2011; Anderson et al., 2012, FAO, 2020; Hilborn, 2021; ICES, 2023; NOAA, 2023). براساس مدل CMSY و رویکرد داده‌های محدود میزان صید بهینه ماهی زرده در آب‌های جنوب کشور ۲۷ هزار تن و حالت برداشت کامل (رنگ زرد بهره‌برداری) برآورد شد که این مقدار در اقیانوس هند ۱۵۴ هزار تن در سال ۲۰۲۳ گزارش شده (میزان صید کل حدود ۱۵۰ هزار تن) است که بیانگر آن است که وضعیت ذخایر آن در این اقیانوس در حالت برداشت کامل (رنگ زرد بهره‌برداری) است همچنین مقادیر $B/B_{MSY}=0/99$ ($0/45-1/20$) و $F/F_{MSY}=0/98$ ($0/82-2/20$) برآورد شده است (IOTC, 2023). یکی از شاخص‌های مهم نقاط مرجع زیستی^۲ نسبت میزان بیوماس به ظرفیت حمل محیطی ($S=1-0/5 \times B/B_{MSY}$) یا همان اشباعیت ذخیره بوده و این شاخص در گونه زرده در آب‌های جنوب کشور در محدوده $(0/40-0/51)$ به دست آمده است، که نشان‌دهنده میزان متوسط تهی شدن^۳ ذخیره می‌باشد (Palomares and Froese, 2017). شاخص اشباعیت در دامنه $0/6-0/2$ بوده که نشان‌دهنده میزان متوسط تهی شدن ذخیره، مقدار کمتر از $0/2$ میزان بالایی از تهی شدن ذخیره و مقادیر بالاتر از $0/6$ مقادیر کمی از تهی شدن ذخیره را نشان می‌دهند (Zhai et al., 2020; Kindong et al., 2022). به‌طور کلی میزان بهینه این نسبت در گونه‌های مختلف، متفاوت بوده و معمولاً بین $60\%-30\%$ می‌باشد و گونه‌هایی با نرخ رشد ذاتی بالا دارای مقدار کمتری و گونه‌ها با نرخ رشد کمتر دارای مقدار بالاتری از این شاخص می‌باشند و حداقل این مقدار $30\%-20\%$ در نظر گرفته شده و کمتر از این مقدار نشان‌دهنده کاهش شدید در ذخیره می‌باشد (Gabriel and Mace, 1999). بدون شک میزان بهره‌برداری و میزان بیوماس جمعیت، نرخ رشد جمعیت را تغییر داده و روی نسبت میزان بیوماس حداکثر محصول پایدار به ظرفیت حمل محیطی مؤثر بوده و آن را تغییر می‌دهد (Zhou et al., 2016). بایستی این نکته ذکر گردد هنگامی که عدم قطعیت میزان داده‌های صید بالا باشد، خروجی مدل‌های متکی به داده‌های صید می‌تواند گمراه کننده باشد بنابراین با داده‌های دیگری چون ترکیب سنی و طولی مقایسه شود (Free et al., 2020) و معمولاً ترکیب داده‌های سری زمانی صید با داده‌های طولی و سنی می‌تواند نتایج بهتری و خطا کمتری داشته باشد (Dai et al., 2022).

۵. نتیجه‌گیری کلی

براساس ضریب بهره‌برداری (E) و داده‌های خروجی در رویکرد وزنی داده‌های محدود (مدل CMSY) مثل شاخص مرگ و میر صیادی موجود به مرگ و میر صیادی حداکثر محصول پایدار بیش از یک ($F/F_{MSY} > 1$) و شاخص بیوماس موجود به بیوماس حداکثر محصول پایدار کمتر از یک ($B/B_{MSY} < 1$) بر صید بی‌رویه دلالت دارد و به‌همین دلیل بایستی در مدیریت صید و بهره‌برداری از این گونه رویکرد احتیاطی^۴ مدنظر قرار گیرد (تا در شرایط عدم قطعیت، از آسیب به منابع جلوگیری شود).

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از زحمات و حمایت‌های ارزشمند جناب آقای دکتر مرتضوی ریاست محترم موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، و کلیه همکاران و کارشناسان مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور که در انجام این پژوهش ما را یاری نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم. همچنین از کلیه همکارانی که در جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل نتایج و ارائه راهکارهای عملی ما را همراهی کردند، نهایت سپاس را داریم.

References

Adams, P., 1980. Life history Pattern in marine fishes and their consequences for fisheries management. *Fishery Bulletin* 78(1), 1-5.

¹ Collapsed

² Biological Reference Points (BRP)

³ Medium depletion

⁴ Precautionary Approach

- Amini Rad, T., 2018. Stock assessment and determination of the distribution pattern of the dominant species of Babylon snail in the coastal waters of Sistan and Baluchestan province. Fisheries Science Research Institute-Offshore Waters Fisheries Science Research Center (Chabahar). 155 p.
- Anderson, S.C., Branch, T.A., Ricard, D., Lotze, H.K., 2012. Assessing global marine fishery status with a revised dynamic catch-based method and stock-assessment reference points. *Journal of Marine Science* 69(8), 1491-1500. DOI: 10.1093/icesjms/fss105.
- Arrizabalaga, H., Murua, M., Majkowski, J., 2012. Global status of tuna stocks: summary sheets. *Revista de Investigación Marina AZTI-Tecnalia* 19(8), 645-676.
- Bartulovic, V., Glamuzina, B., Conides, A., Dulcic, J., Lucic, D., Njire, J., Kozul, V., 2004. Age, Growth, Mortality and Sex Ratio of Sand Smelt, *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Pisces: Atherinidae) in the Estuary of the Mala Neretva River (Middle-Eastern Adriatic, Croatia). *Journal of Applied Ichthyology* 20(5), 427-430.
- Branch, T. A., Jensen, O. P., Ricard, D., Ye, Y., Hilborn, R., 2011. Contrasting global trends in marine fishery status obtained from catches and from stock assessments. *Conservation Biology* 25(4), 777-786. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2011.01687.x
- Carruthers, T. R., Hordyk, A. R., 2018. The Data-Limited Methods Toolkit (DLM tool): An R package for informing management of data-limited populations. *Methods in Ecology and Evolution* 9(12), 2388-2395. DOI: 10.1111/2041-210X.13081.
- Cheung, W., Pitcher, T., Pauly, D., 2004. A fuzzy logic expert system to estimate intrinsic extinction vulnerabilities of marine fishes to fishing. *Biological Conservation* 124(1), 97-111. DOI: 10.1016/j.biocon.2005.01.017.
- Cousido-Rocha, M., Cerviño, S., Alonso-Fernández, A., Gil, J., González Herraiz, I., Rincón, M., Ramos, F., Rodríguez-Cabello, C., Sampedro, P., Vila, P., Pennino, P., 2022. Applying length-based assessment methods to fishery resources in the Bay of Biscay and Iberian Coast ecoregion: Stock status and parameter sensitivity. *Fisheries Research* 248, 106197. DOI: 10.1016/j.fishres.2021.106197.
- Arrizabalaga, H., Murua, M., Majkowski, J., 2012. Global status of tuna stocks: summary sheets. *Revista de Investigación Marina AZTI-Tecnalia* 19(8), 645-676.
- Bartulovic, V., Glamuzina, B., Conides, A., Dulcic, J., Lucic, D., Njire, J., Kozul, V., 2004. Age, Growth, Mortality and Sex Ratio of Sand Smelt, *Atherina boyeri*, Risso, 1810 (Pisces: Atherinidae) in the Estuary of the Mala Neretva River (Middle-Eastern Adriatic, Croatia). *Journal of Applied Ichthyology* 20(5), 427-430. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2004.00560.x
- Branch, T. A., Jensen, O. P., Ricard, D., Ye, Y., Hilborn, R., 2011. Contrasting global trends in marine fishery status obtained from catches and from stock assessments. *Conservation Biology* 25, 777-786.
- Carruthers, T. R., Hordyk, A. R., 2018. The Data-Limited Methods Toolkit (DLM tool): An R package for informing management of data-limited populations. *Methods in Ecology and Evolution* 9(12), 2388-2395. DOI: 10.1111/2041-210X.13081
- Cheung, W., Pitcher, T., Pauly, D., 2004. A fuzzy logic expert system to estimate intrinsic extinction vulnerabilities of marine fishes to fishing. *Biological Conservation* 124(1), 97-111.
- Cousido-Rocha, M., Cerviño, S., Alonso-Fernández, A., Gil, J., González Herraiz, I., Rincón, M., Ramos, F., Rodríguez-Cabello, C., Sampedro, P., Vila, P., Pennino, P., 2022. Applying length-based assessment methods to fishery resources in the Bay of Biscay and Iberian Coast ecoregion: Stock status and parameter sensitivity. *Fisheries Research* 248(1), 1-15. DOI: 10.1016/j.fishres.2021.106197
- Gabriel, W.L., Mace, M.M., 1999. A review of biological reference points in the context of the precautionary approach. NOAA Technical Memorandum NMFS-F/SPO-40, 35-45. [Available from: National Marine Fisheries Service, Silver Spring, MD, USA].
- Gayanilo, F.C., Pauly, D., Sparre, P., 2003. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT) user's guide. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 151 p.
- Ganga, U., Pillai, N., 2000. Field identification of scombroids from Indian Sea. In: Pillai, N.G.K., Menon, N.G., Pillai, P.P., Ganga, U. (Eds.), Management of Scombroid Fisheries. Central Marine Fisheries Research Institute, Kochi, India. pp. 1-13.
- Gough, A., Dewar, K.M., Godley, B.J., Zafindranosy, E., Broderick, A.C., 2020. Evidence of overfishing in small-scale fisheries in Madagascar. *Frontiers in Marine Science* 7, 317. DOI: 10.3389/fmars.2020.00317
- Hashemi, S., Taghavi Motlagh, A., Kochanian, P., 2009. Investigation of population dynamics and assessment of the Kawakawa tuna (*Euthynnus affinis*) stock in the coasts of Hormozgan province. *Journal of Marine Biology* 1(4), 84-99. (In Persian)

- Hashemi, S.A., 2024. Monitoring the trend and quality of exploitation of some tuna and tuna-like fish species through biometry in the waters of the Persian Gulf and the Sea of Oman. National Institute of Fisheries Sciences - Offshore Waters Fisheries Research Center, Chabahar, Iran. 70 p. (In Persian)
- Hilborn, R., Hively, D.J., Loke, N.B., de Moor, C.L., Kurota, H., Kathena, J., Mace, P.M., Minto, C., Parma, A.M., Quiroz, J.C., Melnychuk, M.C., 2021. Global status of groundfish stocks. *Fish and Fisheries* 22(5), 911-928. DOI: 10.1111/faf.12560
- Hordyk, A., Ono, K., Valencia, S., Loneragan, N., Prince, J., 2015. A novel length-based empirical estimation method of spawning potential ratio (SPR), and tests of its performance, for small-scale, data-poor fisheries. *ICES Journal of Marine Science* 72(1), 217-231. DOI: 10.1093/icesjms/fsu017
- Hosseini, S.A., Kaymaram, F., Alasvand, F., Mohammadkhani, H., 2002. Study of the status of tuna stocks in the Sea of Oman. Distant Waters Fisheries Research Center, Chabahar, Iran. Iranian Fisheries Research and Education Institute Publication, 96 p. (In Persian).
- IOTC, 2023. Report of the 13th Session of the IOTC Working Party on Neritic Tunas. Indian Ocean Tuna Commission, Seychelles, 3-7 July 2023. IOTC-2023-WPNT13-R[E], 63 p.
- Iranian Fisheries Organization (IFO), 2024. Statistical yearbook of the Iranian Fisheries Organization 1997-2023*. Iranian Fisheries Organization, Deputy for Planning and Management Development, Program and Budget Office, Tehran, Iran. 65 p. (In Persian)
- Karp, M.A., Peterson, J.O., Lynch, P.D., Griffis, R.B., 2018. Accounting for shifting distributions and changing productivity in the fishery management process: From detection to management action. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Memorandum NMFS-F/SPO-188, Silver Spring, MD. 37 p.
- Kaymaram, F., 2013. Study of population changes of large surface fish for optimal exploitation in the waters of Bushehr province (Persian Gulf). Final Report, Fisheries Science Research Institute, Tehran, Iran. 61 p. (In Persian)
- King, M.G., 2007. Fisheries biology, assessment and management. 2nd edition. Blackwell Publishing, Oxford, UK. ISBN 978-1-4051-5831-2. 382 p.
- Kindong, R., Sarr, O., Wu, F., Tian, S., 2022. Length-based assessment methods for the conservation of a pelagic shark, *Carcharhinus falciformis* from the tropical Pacific Ocean. *Fishes* 7(4), 184. DOI: 10.3390/fishes7040184
- Lalèyè, P.A., 2006. Length-weight and length-length relationships of fish from the Ouémé River in Bénin (West Africa). *Journal of Applied Ichthyology* 22(6), 502-510. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00801.x.
- ICES, 2023. ICES advice on fishing opportunities. International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen, Denmark. [Accessed 15 June 2023]. Available at: <https://www.ices.dk/advice>.
- Mateus, A., Estupina, B., 2002. Fish stock assessment of piraputanga (*Brycon microlepis*) in the Cuiabá Basin. *Brazilian Journal of Biology* 62(1), 165-170. DOI: 10.1590/S1519-69842002000100020
- Medeiros-Leal, W., Santos, R., Peixoto, U.I., Casal-Ribeiro, M., Novoa-Pabon, A., Sigler, M.F., Pinho, M., 2023. Performance of length-based assessment in predicting small-scale multispecies fishery sustainability. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 33(3), 819-852. DOI: 10.1007/s11160-023-09774-7
- Mehannam, S.F., 2024. Life history parameters and stock status of the Kawakawa, *Euthynnus affinis* (Cantor, 1849) from the Gulf of Aqaba, Red Sea, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries* 28(3), 299-312. DOI:
- Mildenberger, T.K., Taylor, M.H., Wolff, M., 2017. TropFishR: An R package for fisheries analysis with length-frequency data. *Methods in Ecology and Evolution* 8(11), 1520-1527. DOI: 10.1111/2041-210X.12791
- Mudumala, V.K., Farejiya, M.K., Mali, K.S., Rao, K.R., Ankush, P.S., Anandhan, S., 2018. Investigations on the age, growth and mortality parameters of Kawakawa *Euthynnus affinis* (Cantor, 1849) from the northwest coast of India. *International Journal of Aquatic Biology* 6(1), 21-24. DOI: 10.22034/ijab.v6i1.298
- Nasser, A.K.V., Pillai, P.P., Kunhikoya, V.A., 1999. Status of exploitation tunas at Agatti Island, Lakshadweep. In: Pillai, N.G.K., Menon, N.G., Pillai, P.P., Ganga, U. (Eds.), *Management of Scombroid Fisheries*. Central Marine Fisheries Research Institute, Kochi, India. pp. 69-73.
- NOAA, 2023. Fish Stock Sustainability Index (FSSI): Status of U.S. Fisheries. National Oceanic and Atmospheric Administration, Silver Spring, MD. [Accessed 10 November 2023]. Available at: <https://www.fisheries.noaa.gov/national/sustainable-fisheries/status-fisheries>.
- Palomares, M.L.D., Froese, R., 2017. Training on the use of CMSY for the assessment of fish stocks in data-poor environments. Q-qualtics Technical Report No. 2, Quantitative Aquatics, Inc., Los Baños, Laguna, Philippines. 58 p.

- Pauly, D., 1998. Tropical fishes: patterns and propensities. *Journal of Fish Biology* 53(Suppl. A), 1-17. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1998.tb01014.x
- Pillai, P.P., Pillai, N.G.K., Muthiah, C., Yohannan, T.M., Kasim, H.M., Gopakumar, G., Koya, K.P., Manojkumar, B., Sivadas, M., Nasser, A.K.V., Ganga, U., 2002. Stock assessment of coastal tunas in the Indian seas. In: *Management of Scombroid Fisheries*. Central Marine Fisheries Research Institute, Kochi, India. pp. 125-130.
- Silas, E.G., Pillai, P.P., Srinath, M., Jayaprakash, A.A., Balan, V., Yohannan, T.M., Ponsersawat, A., 1985. Fishery and bionomics of tuna at Cochin. In: Silas, E.G. (Ed.), *Tuna Fisheries of the Exclusive Economic Zone of India: Biology and Stock Assessment*. Central Marine Fisheries Research Institute, Kochi, India. pp. 28-43.
- Sivadas, M., 2000. Status of tuna fishery in Minicoy Island, Lakshadweep. In: Pillai, N.G.K., Menon, N.G., Pillai, P.P., Ganga, U. (Eds.), *Management of Scombroid Fisheries*. Central Marine Fisheries Research Institute, Kochi, India. pp. 62-68.
- Sparre, P., Venema, S.C., 1998. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1: Manual. FAO Fisheries Technical Paper No. 306/1, Rev. 2. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 450 p.
- Smoliński, S., Berg, F., 2022. Varying relationships between fish length and scale size under changing environmental conditions - Multidecadal perspective in Atlantic herring. *Ecological Indicators* 134, 108494. DOI: 10.1016/j.ecolind.2021.108494
- Supongpan, S., Saikiang, P., 1987. Fisheries status of tuna purse seiners (using sonar) in the Gulf of Thailand in 1993. Marine Fish Division, Department of Fisheries, Bangkok, Thailand. 78 p.
- Talibzadeh, A., 1997. Investigation of the stocks of 5 species of tuna in Hormozgan province. *Oman Marine Fisheries Research Center, Chabahar, Iran*. 85 p. (In Persian)
- Taghavi Motlagh, A., Akhoundi, M., Shiri, A., 2006. Analysis of the fishing trend and determination of fishing potential based on fishing statistics and information in the waters of the Persian Gulf and the Sea of Oman. *Iranian Fisheries Journal* 15(3), 35-45. (In Persian).
- Taghavi Motlagh, S.A., Hashemi, S.A., Kochanian, P., 2009. Population biology and assessment of Kawakawa (*Euthynnus affinis*) in Coastal Waters of the Persian Gulf and Sea of Oman (Hormozgan Province). *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 9(2), 315-326. (In Persian)
- Then, A.Y., Hoenig, J.M., Hall, N.G., Hewitt, D.A., 2015. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. *ICES Journal of Marine Science* 72(1), 82-92. DOI: 10.1093/icesjms/fsu136
- Vine, D., 2002. Principles and methods of biostatistics. Translated by Ayatollahi, S.M.T., Amir Kabir Publications, Tehran, Iran. 611 p. [In Persian].
- Welcomme, R.L., 2001. Inland fisheries: Ecology and management. Fishing News Books, Blackwell Science, Oxford, UK. 345 p.
- Yesaki, M., 1982. Thailand: Biological and environmental observations. FAO Field Report FI: DP/THA/77/008, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 46 p.
- Yesaki, M., 1989. Estimates of age and growth of kawakawa (*Euthynnus affinis*), longtail tuna (*Thunnus tonggol*) and frigate tuna (*Auxis thazard*) from the Gulf of Thailand based on length data. Indo-Pacific Tuna Development and Management Programme, IPTP/89/GEN/17, 94-108.
- Yesaki, M., 1994. A review of the biology and fisheries for kawakawa (*Euthynnus affinis*) in the Indo-Pacific region. *Interactions of Pacific Tuna Fisheries* 2(1), 3-11.
- Zhai, L., Liang, C., Pauly, D., 2020. Assessments of 16 exploited fish stocks in Chinese waters using the CMSY and BSM methods. *Frontiers in Marine Science* 7, 483993. DOI: 10.3389/fmars.2020.48399.
- Zhang, K., Zhang, J., Xu, Y., Sun, M., Chen, Z., Yuan, M., 2018. Application of a catch-based method for stock assessment of three important fisheries in the East China Sea. *Acta Oceanologica Sinica* 37(2), 102-109. DOI: 10.1007/s13131-018-1173-9
- Zhou, S., Punt, A.E., Smith, A.D.M., Ye, Y., Haddon, M., Dichmont, C.M., Smith, D.C., 2017. An optimized catch-only assessment method for data-poor fisheries. *ICES Journal of Marine Science* 74(3), 701-710. DOI: 10.1093/icesjms/fsx226