Journal of Marin Biology

JOMB
Journal of Marin Biology
J Marin Bio, 2026; 18(2): 1-14 Doi
https://jmb.ahvaz.iau.ir

Islamic Azad university
Ahvaz Branch

Original Article

Changes In Growth Parameters, Fishing Vulnerability Index (FV), and Population Growth Potential Index (FP) of Kawakawa (*Euthynnus affinis*) Over The Past Decades In the Northern Waters of The Oman Sea (Sistan and Baluchestan Province)

Seyed Ahmadreza Hashemi[1*], Mastooreh Doustdar[2]

1. Offshore Fisheries Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Chabahar, Iran.
2. Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran.

Article history:

Received: 30 December 2025
Revised: 30 June 2026
Accepted: 24 July 2026
ePublished: 8 August 2026

***Corresponding author:** Seyed Ahmadreza Hashemi, Offshore Fisheries Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Chabahar, Iran.

E-mail: Seyedahmad91@gmail.com

Abstract

The Persian Gulf and the Oman Sea host a diverse range of aquatic species, among which tuna is of particular importance. Kawakawa (*Euthynnus affinis*) is one such tuna species whose catch has shown an increasing trend in recent years. Required data were collected through monthly sampling and biometry of fish unloaded at four major fishing ports (Pasabandar, Beris, Konarak, and Pozm) during two distinct periods: 1994 and 2024. Growth parameters including asymptotic length ($L\infty$), growth coefficient (K), and theoretical age at zero length (t_o) were calculated using the Powell-Wetherall method, the ELEFAN optimization approach (in the R software), and Pauly's empirical formula. Furthermore, the Fishing Vulnerability Index (FV) and Population Growth Potential Index (FP) were estimated based on fuzzy logic, combining habitat and population characteristics of the species. The results revealed statistically significant changes in the growth parameters of this species in 2024 compared to the base year (1994): the asymptotic length ($L\infty$) decreased from 85 cm to 84 cm, the growth coefficient (K) increased from 0.30 to 0.41 per year, the growth performance index (Φ') increased from 3.35 to 3.46, and the theoretical age at zero length (t_o) changed from -0.4 to -0.3. These changes indicate a pattern of accelerated growth, especially in the early years of life. Furthermore, the values of the Fishing Vulnerability (FV) and Population Growth Potential (FP) indices between 2001 and 2024 suggest that while the population's vulnerability has slightly decreased (from 36 to 33), its growth and recovery potential has remained at a favorable level (FP around 70). These changes are likely influenced by factors such as a dramatic increase in fishing pressure (an 18-fold increase in catch in Sistan and Baluchestan Province during the study period), as well as changes in environmental and ecological conditions. Based on these findings, it appears that the harvest from the Kawakawa stock is nearing its maximum sustainable level, and any increase in fishing effort could jeopardize the long-term sustainability of this stock. This information can be valuable for fisheries managers and experts in making informed management decisions, setting sustainable catch limits, revising fishing gear regulations, and enhancing monitoring systems to ensure the sustainability of this valuable stock.

Keywords: *Euthynnus affinis*, Growth Parameters, Fishing Vulnerability Index (FV), Population Growth Potential Index (FP), Oman Sea.

Please cite this article as follows: Hashemi S.A., Doustdar M. Changes In Growth Parameters, Fishing Vulnerability Index (FV), and Population Growth Potential Index (FP) of Kawakawa (*Euthynnus affinis*) Over The Past Decades In the Northern Waters of The Oman Sea (Sistan and Baluchestan Province). J Mar Bio, 2026; 18(2): 1–14. DOI:

Copyright © 2026 Journal of Marin Biology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-21]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۸، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۵، صفحات: ۱-۱۴
https://jmb.ahvaz.iau.ir

مقاله اصلی

تغییرات پارامترهای رشد، شاخص آسیب‌پذیری صیادی (FV) و پتانسیل رشد جمعیت (FP) ماهی زرده (*Euthynnus affinis*) طی دهه های گذشته در آب‌های شمالی دریای عمان (استان سیستان و بلوچستان)

سیداحمدرضا هاشمی[۱*]، مسطوره دوستدار[۲]

۱. مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، چابهار، ایران.
۲. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۱۰/۹
تاریخ ویرایش مقاله: ۱۴۰۵/۴/۹
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۵/۵/۲
تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۵/۵/۱۷

تمامی حقوق برای دانشگاه آزاد اهواز محفوظ است.

* نویسنده مسئول: سیداحمدرضا هاشمی، مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، چابهار، ایران.

ایمیل:
Seyedahmad91@gmail.com

چکیده

خلیج فارس و دریای عمان میزبان گونه‌های متنوعی از آبزیان هستند که در میان آن‌ها، تون‌ماهیان از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. ماهی زرده (کاواکاوا، *Euthynnus affinis*) یکی از تون‌ماهیانی است که طی سال‌های گذشته میزان صید آن افزایش نشان می‌دهد. داده‌های مورد نیاز از طریق نمونه‌برداری ماهانه و زیست‌سنجی ماهیان تخلیه‌شده در چهار بندر صیادی اصلی (پسابندر، بریس، کنارک و پزم) در دو بازه زمانی ۱۳۷۳ و ۱۴۰۳ جمع‌آوری شد. پارامترهای رشد شامل طول بی‌نهایت (Linf) ضریب رشد (K) و سن نظری در طول صفر (to) با استفاده از روش‌های پاول-ودرال، مدل بهینه‌سازی الفان (در نرم‌افزار R) و فرمول تجربی پائولی محاسبه گردید. همچنین شاخص‌های آسیب‌پذیری صیادی (FV) و پتانسیل رشد جمعیت (FP) بر مبنای منطق فازی و با ترکیب ویژگی‌های زیستگاهی و جمعیتی گونه برآورد شدند. نتایج نشان داد که پارامترهای رشد این گونه در سال ۱۴۰۳ نسبت به سال پایه (۱۳۷۳) تغییرات آماری معناداری داشته است: طول بی‌نهایت (L_∞) از ۸۵ سانتیمتر به ۸۴ سانتیمتر کاهش یافت، ضریب رشد (K) از ۰/۳۰ به ۰/۴۱ در سال افزایش یافت، شاخص عملکرد رشد (Φ') از ۳/۳۵ به ۳/۴۶ افزایش یافت و زمان طول صفر (to) از ۰/۴- به ۰/۳- تغییر کرد. این تغییرات الگویی از تسریع رشد، به‌ویژه در سال‌های اولیه زندگی، را نشان می‌دهد. همچنین، مقادیر شاخص‌های FV و FP در بازه ۱۳۷۳ تا ۱۴۰۳ حاکی از آن است که اگرچه آسیب‌پذیری جمعیت اندکی کاهش یافته (از ۳۶ به ۳۳)، اما پتانسیل رشد و بازیابی جمعیت همچنان در سطح مطلوبی حفظ شده است (FP حدود ۷۰). این تغییرات احتمالاً تحت تأثیر عواملی مانند افزایش شدید فشار صیادی (افزایش ۱۸ برابری صید در استان سیستان و بلوچستان طی دوره مطالعه)، تغییرات شرایط محیطی و اکولوژیکی رخ داده است. بر اساس این یافته‌ها، به نظر می‌رسد میزان برداشت از ذخیره ماهی زرده به حداکثر ظرفیت مجاز پایدار نزدیک شده و هرگونه افزایش تلاش صیادی می‌تواند پایداری این ذخیره را در بلندمدت با مخاطره مواجه سازد. این اطلاعات می‌تواند برای مدیران و کارشناسان شیلاتی در جهت اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی اصولی، تعیین سطوح مجاز صید، بازنگری در ابزارهای صید و تقویت نظام پایش، به منظور تضمین پایداری ذخایر این گونه باارزش، مفید واقع شود.

واژگان کلیدی: ماهی زرده، پارامترهای رشد، شاخص آسیب‌پذیری صیادی (FV)، پتانسیل رشد جمعیت (FP)، دریای عمان.

استناد: هاشمی، سیداحمدرضا؛ دوستدار، مسطوره. تغییرات پارامترهای رشد، شاخص آسیب‌پذیری صیادی (FV) و پتانسیل رشد جمعیت (FP) ماهی زرده (*Euthynnus affinis*) طی دهه های گذشته در آب‌های شمالی دریای عمان (استان سیستان و بلوچستان). مجله زیست شناسی دریا، تابستان ۱۴۰۵؛ ۱۸(۲): ۱-۱۴

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-21]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۸، شماره ۱، تابستان ۱۴۰۵، صفحات: ۱-۱۴
https://jmb.ahvaz.iau.ir

مقدمه

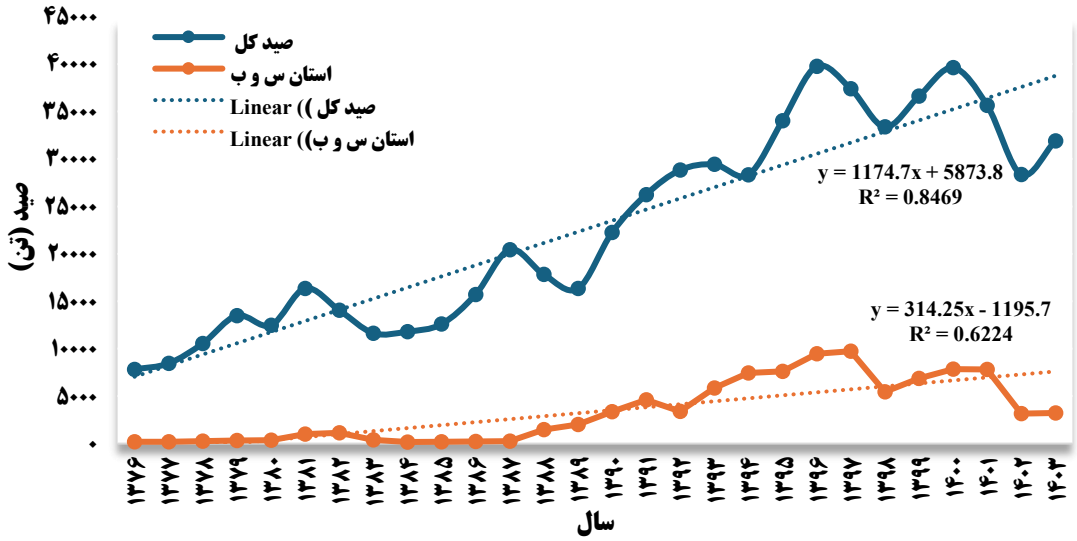
با توجه به اهمیت جهانی حفظ ذخایر آبزیان به‌عنوان محوری اساسی در پایداری منابع، مدیریت شیلات بر تأمین غذای کافی و مطمئن از طریق بهره‌برداری اصولی و مجاز تمرکز دارد. با این وجود، بهره‌برداری بی‌ضابطه (بی رویه) تنها شامل گونه‌های باارزش و دارای عمر طولانی نمی‌شود، بلکه حتی گونه‌های کم‌ارزش و کوتاه‌عمر را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. این چالش در کشورهای در حال توسعه، به دلیل رشد جمعیت، افزایش تقاضای غذایی و کمبود مشاغل جایگزین برای صیادان، پیچیده‌تر می‌شود (Ganga and Pillia, 2000). در این راستا، مدیریت پایدار و اجرای سیاست‌های حفاظتی مؤثر، نقشی کلیدی در حفظ تعادل اکوسیستم‌های دریایی و پاسخ به نیازهای آینده جوامع ایفا می‌کند. در ایران نیز بخشی از تلاش‌ها معطوف به توسعه بهره‌برداری از منابع ماهیگیری است و لازم است راهکارهای بهره‌برداری بهینه در دستور کار مدیریت شیلات قرار گیرد (هاشمی، ۱۳۹۴؛ هاشمی و دوستدار، ۱۳۹۹؛ هاشمی و همکاران، ۱۴۰۲؛ هاشمی، ۱۴۰۳).

مدیریت پایدار شیلات به ارزیابی‌های قوی از ذخایر وابسته است که زیربنای علمی لازم برای تعیین محدودیت‌های صید و سیاست‌های حفاظتی را فراهم می‌کنند (Ribera-Altimir و همکاران، ۲۰۲۳؛ Wang و همکاران، ۲۰۲۵). این ارزیابی‌ها، شاخص‌های حیاتی جمعیت مانند اندازه ذخیره، میزان تولیدمثل و مرگ‌ومیر ناشی از صید را کمّی می‌کنند تا چارچوب‌های مدیریتی را ایجاد کنند که پایداری بلندمدت زیستی و اقتصادی را ترویج دهند (NOAA Fisheries، ۲۰۲۲). یکی از موانع اصلی در این فرآیند، کمبود داده است؛ چالشی فراگیر در شیلات خردمقیاس و در حال توسعه که در آن داده‌های دقیق و ساختاریافته سنی صید اغلب در دسترس نیست (Ribera-Altimir و همکاران، ۲۰۲۳؛ Wang و همکاران، ۲۰۲۵). بر اساس ارزیابی‌های اخیر جهانی، ذخایر ماهی‌هایی که بیش از حد صید شده‌اند اکنون نزدیک به یک‌سوم از کل ذخایر جهان را تشکیل می‌دهند. این آمار نشان‌دهنده کاهش مستمر سهم جمعیت‌های ماهی‌هایی است که در محدوده‌های زیستی پایدار صید می‌شوند (Sharma و همکاران، ۲۰۲۵). این روند جاری حاکی از کاستی‌های عمده در حکمرانی شیلات جهانی است و نیاز حیاتی به ایجاد سیستم‌های مدیریتی قوی‌تر را به ویژه در مناطقی با داده‌های ناکافی و صید فشرده، مانند خلیج فارس و دریای عمان، پررنگ می‌کند. دستیابی به هدف شاخص ۱۴.۴.۱ از اهداف توسعه پایدار سازمان ملل – یعنی بازسازی ذخایر بیش‌ازحد بهره‌برداری شده به سطحی از زیست‌توده که بتواند بازده حداکثر پایدار را پشتیبانی کند – نیازمند اقدامات اولویت‌دار است. این اقدامات ضروری شامل تقویت چارچوب‌های نظارت، کنترل و پایش، حذف صید غیرقانونی، گزارش‌نشده و بی‌ضابطه (IUU) و تسریع در پذیرش مدیریت شیلات مبتنی بر اکوسیستم می‌شود (Sharma و همکاران، ۲۰۲۵).

دریای عمان، با شرایط بوم‌شناختی منحصربه‌فرد، میزبان تنوع زیادی از گونه‌های آبزی است که زمینه‌ساز معیشت، اشتغال و فعالیت‌های اقتصادی گسترده برای جوامع ساحلی شده است. جلگه ساحلی ایران در دریای عمان، در محدوده‌ای بین ۵۷ تا ۶۱/۲۵ درجه شرقی طول جغرافیایی و ۲۵/۰۳ تا ۲۶/۱۳ درجه شمالی عرض جغرافیایی، از منطقه سیریک در استان هرمزگان تا گواتر در استان سیستان و بلوچستان امتداد دارد و طول خط ساحلی آن حدود ۶۳۷ کیلومتر است (هاشمی و دوستدار، ۱۳۹۹؛ هاشمی و همکاران، ۱۴۰۲؛ هاشمی ، ۱۴۰۳). آب های جنوبی کشور در برگیرنده گونه‌های مختلفی از آبزیان می‌باشد، 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 Scombroids، 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 (*E. affinis*) است که دارای نام‌های انگلیسی به نام «Kawakawa، Eastern little tuna» و «Mackerel tuna» بوده و گونه‌ای است که در اقیانوس هند–آرام مابین عرض جغرافیایی ۴۵ درجه شمالی و ۴۵ درجه جنوبی وجود دارد. گونه ماهی زرده (جنس Euthynnus) که از لحاظ فیلوژنی جزء پیشرفته‌ترین تون ماهیان محسوب می گردد (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 بچه ماهی آنها در این قسمت دیده شده و بالغین آن به نقاط دور از ساحل و به سمت اعماق تمایل دارند (Froese and Pauly, 2024).

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-21]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۸، شماره ۱، تابستان ۱۴۰۵، صفحات: ۱-۱۴
https://jmb.ahvaz.iau.ir



شکل ۱. روند صید کل ماهی زرده در آب های جنوب کشور و صید ماهی زرده در آب های شمالی دریای عمان (استان سیستان و بلوچستان)

برای ارزیابی علمی میزان تهدید آبزیان در برابر صید بیش‌ازحد و انقراض، روش‌هایی طراحی شده‌اند که بر مبنای ویژگی‌های زیستی خود گونه‌ها عمل می‌کنند. یک چارچوب معروف، مدل «جامعه شیلاتی آمریکا» است. در این مدل، عواملی مانند سرعت رشد جمعیت، طول عمر، سن بلوغ و میزان باروری (هم‌آوری) اندازه‌گیری می‌شوند تا توانایی تولیدمثل گونه در چهار سطح «زیاد» تا «بسیار کم» مشخص شود. این رتبه‌بندی، که مستقیماً با تاریخچه زندگی گونه مرتبط است، نشان می‌دهد جمعیت در مواجهه با فشار صید چقدر آسیب‌پذیر است؛ زیرا واکنش یک گونه به بهره‌برداری اساساً توسط همین ویژگی‌های زیستی و اکولوژیک آن تعیین می‌شود (Dulvy و همکاران، ۲۰۰۳). برای اجرای دقیق‌تر این ارزیابی و مدیریت عدم قطعیت ذاتی در داده‌های زیستی، از *منطق فازی* استفاده می‌شود. این سیستم که توسط لطفی‌زاده توسعه یافت، برخلاف دسته‌بندی‌های قطعی، به یک ویژگی اجازه می‌دهد به‌طور همزمان با درجات مختلفی به چند گروه تعلق داشته باشد. در کاربرد حفاظتی، پارامترهایی مانند حداکثر اندازه، سن و طول بلوغ، طول عمر، هم‌آوری، نرخ رشد، گستره جغرافیایی و رفتار مهاجرتی به عنوان ورودی وارد یک مدل فازی می‌شوند (Jones and Cheung, 2015). خروجی مدل یک شاخص عددی بین ۰ تا ۱۰۰ است که آسیب‌پذیری ذاتی گونه را در چهار رده کمّی «کم»، «متوسط»، «زیاد» و «خیلی زیاد» نمایش می‌دهد. این رویکرد، با درنظرگیری پیوستگی طبیعت، ابزار ظریف‌تر و کاربردی‌تری برای اولویت‌بندی اقدامات حفاظتی فراهم می‌کند.

میزان صید ماهی زرده درجهان حدود ۳۴۰ هزار تن است (FAO, 2025) و میزان صید ماهی زرده اقیانوس هند در حدود ۱۵۰ هزار تن بوده و کشورهای اندونزی(۳۱ درصد)، ایران (۲۳ درصد) و هندوستان (۲۰ درصد) بالاترین بهره بردار این گونه در اقیانوس هند می باشند (IOTC, 2023). بررسی روند صید ماهی زرده در آب‌های جنوب کشور نشان می‌دهد که اگرچه کل صید در منطقه جنوب دارای نوسان بوده، اما سهم استان سیستان و بلوچستان از این صید با رشد قابل توجهی روبرو شده است. به طور مشخص، میزان صید این استان از ۱۸۰ تن در سال ۱۳۷۶ به ۳,۲۳۸ تن در سال ۱۴۰۳ رسیده که افزایشی حدود ۱۸ برابری (معادل ۱۷۰۰ درصد) را نشان می‌دهد. این در حالی است که در همین بازه زمانی، کل صید ماهی زرده در آب‌های جنوب کشور از ۷,۸۲۲ تن به ۳۱,۹۱۱ تن افزایش یافته که رشد کلی حدود ۴ برابری (۳۰۰ درصد) را ثبت کرده است. این اختلاف رشد چشمگیر نشان می‌دهد سهم استان سیستان و بلوچستان از کل صید جنوب کشور به طور پیوسته در حال افزایش بوده و این استان از یک نقش حاشیه‌ای به یک بازیگر اصلی در صید ماهی زرده تبدیل شده است. در مقایسه با سایر استان‌های ساحلی، استان هرمزگان همواره سهم غالب را در صید این گونه داشته و پس از آن استان‌های بوشهر و سیستان و بلوچستان در رتبه‌های بعدی قرار دارند. این افزایش صید در استان

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-21]

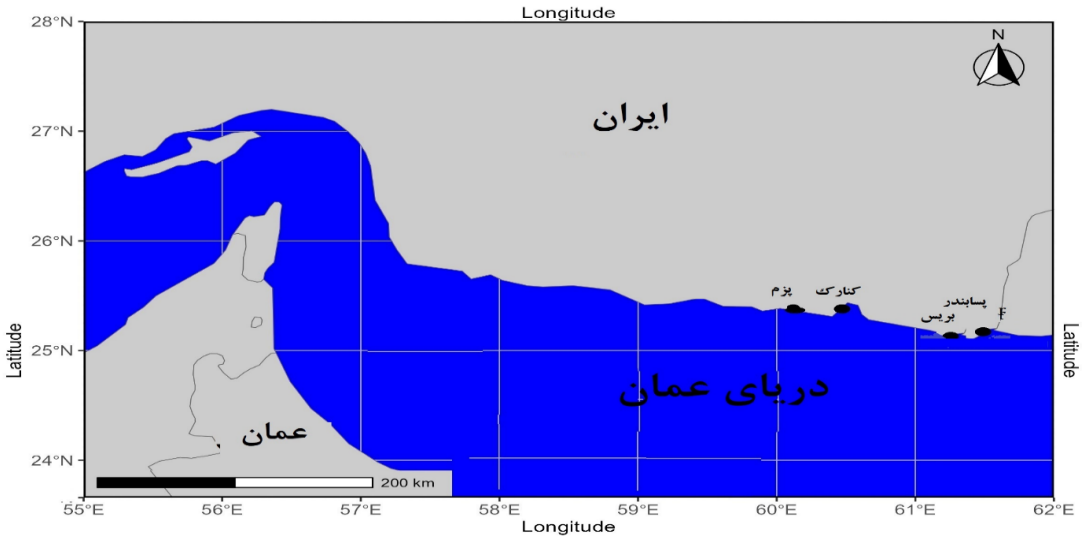
JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۸، شماره ۱، تابستان ۱۴۰۵، صفحات: ۱-۱۴
https://jmb.ahvaz.iau.ir

سیستان و بلوچستان می‌تواند نشان‌دهنده فشار فزاینده بر ذخایر این گونه در منطقه شمالی دریای عمان باشد که لزوم مدیریت دقیق و اعمال راهکارهای بهره‌برداری پایدار را بیش از پیش ضروری می‌سازد.

پارامترهای رشد ومرگ ومیر ماهی زرده درآبهای تایلند بررسی شده است (Yesaki, 1994). Nasser و همکاران در سال ۱۹۹۹ وضعیت ذخایر تون ماهی را در جزایر «لاشادویپ»[1] هندوستان (Nasser *et al*., 1999) و Sivads و همکاران درسال ۲۰۰۰ وضعیت ذخایر تون ماهی را در «جزایر مینوکی»[2] هندوستان مورد ارزیابی قرار دادند (Sivada *et al*., 2000). به‌وسیله Pillai و همکاران در سال ۲۰۰۲ در هند، پویایی جمعیت و ارزیابی ذخایر ماهی زرده صورت گرفت (Pillai *et al*., 2002). بررسی پارامترهای رشد ومرگ ومیر ماهی زرده درآبهای سواحل هرمزگان توسط محققان بسیاری مورد بررسی قرار گرفته است (طالب زاده، ۱۳۷۶؛ درویشی و همکاران، ۱۳۷۸؛ هاشمی و همکاران، ۱۳۸۸). خلیج فارس و دریای عمان در برگیرنده گونه‌های مختلفی از آبزیان می‌باشد و ماهی زرده از جمله تون ماهیانی است که در سال‌های گذشته میزان صیدش افزایش نشان می‌دهد. دراین تحقیق سعی بر آن است که با انجام بررسی خصوصیات جمعیتی این گونه، وضعیت صید آن بررسی و در اختیار مدیران شیلاتی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه براساس نمونه برداری از ماهی زرده تخلیه شده به بنادر صیادی استان س و ب (بندر پزم با طول جغرافیایی ۱۵ ۶۰ و عرض جغرافیایی ۳۵ ۲۵، بندر کنارک با طول جغرافیایی ۲۶ ۶۰ و عرض جغرافیایی ۵۹ ۲۵، بندر بریس با طول جغرافیایی ۱۴ ۶۰ و عرض جغرافیایی ۱۶ ۲۵ و بندر بریس با طول جغرافیایی ۱۶ ۶۰ و عرض جغرافیایی ۱۸ ۲۵) از فروردین ماه سال های ۱۳۷۳ و ۱۴۰۳ به مدت ۱۲ ماه در استان سیستان و بلوچستان طراحی شده و در هر ماه نمونه گیری از صید صورت گرفته و در نهایت پارامترهای مورد نظر از آن استخراج می گردد (شکل ۲).



شکل ۲. موقعیت ایستگاه های نمونه برداری (نقاط توپر) ماهی زرده در آب های شمالی دریای عمان (استان سیستان و بلوچستان)

[1] Lakshadweep
[2] Minicoy

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-21]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۸، شماره ۱، تابستان ۱۴۰۵، صفحات: ۱-۱۴
https://jmb.ahvaz.iau.ir

پارامترهای رشد

پویایی جمعیت به فرآیند دائمی جایگزینی به موقع نسل و تولید آن، که در واقع رشد و مرگ است، مربوط می‌شود. مطالعه پویایی جمعیت به معنای پیدا کردن پارامترهای رشد ومرگ ومیردر هرگونه است. تمام روشهای تحلیلی ارزیابی ذخایر و مدیریت آبزیان، اساساً بر مبنای همین اطلاعات است.

محاسبه طول بی نهایت (L ∞)

L ∞ یا Linf به عنوان طول حداکثری که آبزی موجود در ذخیره می توانند به آن برسند، تعریف می‌شود. متداول ترین روش برآورد طول بی نهایت، نمودار پاول- ودرال می باشد. در مطالعه حاضر، طول بی نهایت ازاینروش محاسبه می گردد (Gayanilo *et al*.,2003). معادله رگرسیون پاول- ودرال به‌صورت L' = a+b L- - (L∞ = - a / b)' می باشد (L- میانگین گروهای طولی ، L' کمینه هر گروه طولی، a و b عرض از مبدا و شیب معادله). داده ها بر اساس قاعده «استورگس»[3] طبقه‌بندی شدند (واین، ۱۳۸۱).

محاسبهٔ ضریب رشد (K)

ضریب رشد با بکارگیری روش الفان (مدل بهینه سازی) موجود در بسته تروپ فیش آر (TropFishR) نرم‌افزار آر استریو (RStudio) به دست آمد (Mildenberger *et al*., 2017).

میزان فایم پریم مونرو (Φ') یا شاخص عملکرد رشد

برای تعیین درصد اعتبار محاسبات بدست آمده ، باید منحنی های رشد را با یکدیگر مقایسه کرد. برای این کار از تست معروف فایم پریم مونرو استفاده میکنند، که دارای رابطه زیر می باشد (King, 2007;Sparre and Venema,1992 ; Jenning *et al*.,2000).

$$\Phi = \text{Log } k + 2\text{Log } (L\infty)$$

محاسبه زمان طول صفر (t_0)

میزان بهینه t_0 از طریق فرمول تجربی پا ئولی محاسبه می شود (Froese and Binohlan., 2000).

جهت تعیین سن و بررسی الگوی رشد ماهیان، از معادله معکوس (عکس) فرمول رشد وان برتالانفی استفاده شد. این فرمول امکان محاسبه سن ماهی را بر اساس طول بدن آن فراهم می‌کند (King, 2007;Sparre and Venema,1992 ; Jenning *et al*.,2000).

$$t = t_0 - 1/K \text{ Ln } (1-Lt/Linf)$$

که در آن t: سن تخمینی ماهی (بر حسب سال) ، Lt: طول ماهی در زمان نمونه‌برداری (سانتی‌متر)، Linf L∞: طول بی نهایت یا حداکثر طول نظری گونه (سانتی‌متر)، K = ضریب رشد (نرخ رشد به سمت طول حداکثر و بر حسب سال) ، t_0: سن نظری در طول صفر (معمولاً یک ثابت نظری و اغلب نزدیک به صفر و بر حسب سال) و ln: لگاریتم طبیعی (بر مبنای e) است.

شاخص آسیب پذیری صیادی (FVI) و شاخص پتانسیل رشد جمعیت (FPI)

شاخص آسیب‌پذیری صیادی (FV)[4] براساس منطق فازی بوده و یک معیار کمی در محدوده ۰ تا ۱۰۰ است که برای ارزیابی حساسیت ذاتی یک گونه به بهره‌برداری بیش از حد بر اساس ویژگی‌های تاریخ زندگی و رفتاری آن طراحی شده است (Patrick و همکاران، ۲۰۱۰). امتیازات زیر ۳۰ نشان‌دهنده آسیب‌پذیری پایین است، ویژگی‌ای که معمولاً در گونه‌های با رشد سریع، عمر کوتاه و نرخ مرگ‌ومیر طبیعی بالا مشاهده می‌شود (مانند بسیاری از ماهیان کوچک پلاژیک). آسیب‌پذیری متوسط (امتیازات ۳۰-۵۰) در گونه‌هایی با راهبردهای متعادل تاریخ زندگی دیده می‌شود. آسیب‌پذیری بالا (امتیازات ۵۰-۷۰) گونه‌های بزرگتر و با رشد کندتر را مشخص می‌کند که اغلب رفتارهای تجمعی از خود نشان می‌دهند. امتیازات بالاتر از ۷۰ نشان‌دهنده آسیب‌پذیری بسیار بالا است که مشخصه گونه‌های با عمر طولانی، دیربالغ و با نرخ تولیدمثل پایین است؛ چنین گونه‌هایی

[3] Sturgess
[4] Fishing Vulnerability (FV) Index

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-21]

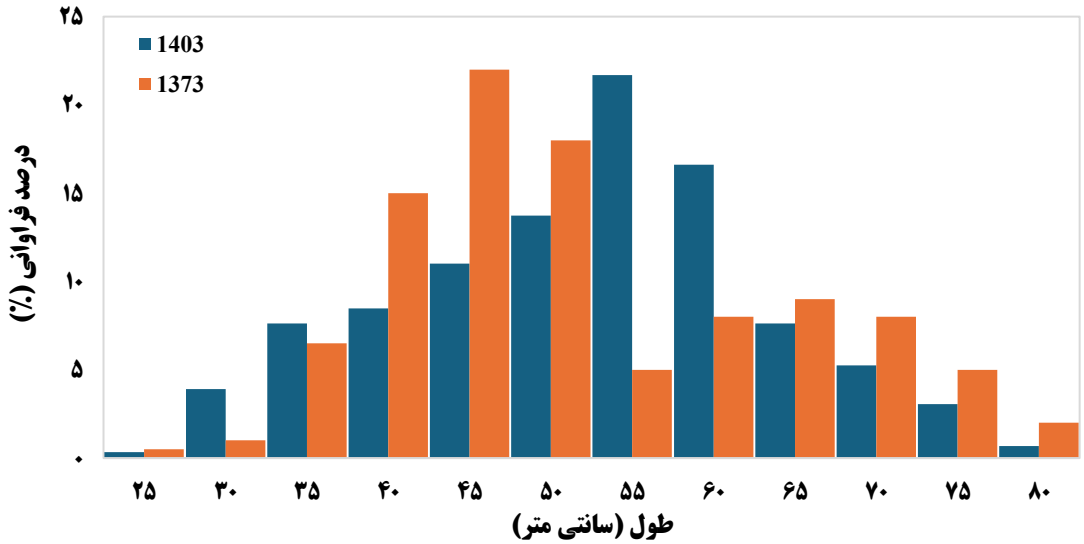
JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۸، شماره ۱، تابستان ۱۴۰۵، صفحات: ۱-۱۴
https://jmb.ahvaz.iau.ir

نیازمند اقدامات حفاظتی فوری و سختگیرانه هستند. این شاخص یک معیار ترکیبی است که معمولاً پارامترهای کلیدی مانند طول حداکثر ، ضریب رشد فون برتالانفی (K)، حداکثر سن، مرگ‌ومیر طبیعی (M) و رفتار فضایی (S مانند تجمع یا دسته‌ای شدن) را برای ارائه یک ارزیابی آسیب‌پذیری جامع یکپارچه می‌کند (Cheung و همکاران، ۲۰۰۷). میزان مرگ و میر طبیعی ۰/۵۹ (هاشمی، ۱۴۰۳) و رفتار فضایی ۸۵ ماهی زرده در نظر گرفته شد (Hamwi و همکاران ، ۲۰۲۵).

شاخص پتانسیل رشد جمعیت (FP)[5] براساس منطق فازی بوده که آن هم در مقیاس ۰ تا ۱۰۰ اندازه‌گیری می‌شود، ظرفیت جمعیت ماهی برای بازیابی پس از کاهش و حفظ بهره‌وری تحت بهره‌برداری را کمّی‌سازی می‌کند (Hordyk و Carruthers، ۲۰۱۹). امتیازات زیر ۲۵ نشان‌دهنده وضعیت بحرانی با حداقل پتانسیل بازیابی است که اغلب نتیجه بهره‌برداری شدید بر روی تاریخ زندگی ذاتاً آسیب‌پذیر است. محدوده ۲۵-۵۰ نشان‌دهنده تاب‌آوری محدود است، جایی که جمعیت‌ها احتمالاً در بازگشت تحت فشار صیادی موجود مشکل خواهند داشت. پتانسیل بازیابی متوسط (امتیازات ۵۰-۷۰) به این معنی است که بهره‌برداری پایدار از طریق مقررات مدیریتی هدفمند و به‌خوبی اجراشدنی قابل دستیابی است. امتیازات بالاتر از ۷۰ نشان‌دهنده تاب‌آوری ذاتی قوی است که معمولاً در جمعیت‌های با نرخ ذاتی افزایش بالا مشاهده می‌شود. این شاخص از ترکیب عوامل کلیدی جمعیتی شامل پارامترهای رشد، پویایی‌های توزیع نسل، نرخ مرگ‌ومیر طبیعی و صیادی و سطوح فعلی بهره‌برداری مشتق شده است تا مسیرهای بازیابی جمعیت را پیش‌بینی و استراتژی‌های برداشت پایدار را آگاه سازد (Prince و همکاران، ۲۰۱۵). بررسی آماری از آزمون‌های آماری مناسب تی – تست مستقل برای تعیین معنی‌داری تفاوت‌ها در پارامترهای رشد (شامل L∞، K، to و Φ) بین دو دوره زمانی استفاده شد. نتایج که با سطوح اطمینان ۹۵٪ و مقادیر p کمتر از ۰/۰۰۱ در نظر گرفته شد.

نتایج

نمونه برداری بصورت ماهیانه از ماهیان تخلیه شده در ایستگاه‌های پسابندر، بریس، کنارک و پزم انجام گرفت. نمونه برداری ازفروردین تا اسفند سال های ۱۳۷۳ و ۱۴۰۳ ازصید تجاری تخلیه شده به ایستگاههای مورد نظر، طبق برنامه و با انتخابات تصادفی صورت پذیرفت و نمونه‌ها پس از انتخاب مورد زیست سنجی (اندازه‌گیری طول چنگالی) قرار گرفتند. طول چنگالی توسط خط‌کش بیومتری با دقت ۱ سانتی متر صورت پذیرفت (شکل ۳).



شکل ۳. درصد فراوانی طولی ماهی زرده در آب های شمالی دریای عمان (استان سیستان و بلوچستان)

[5]- Population Growth Potential (FP) Index

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-21]

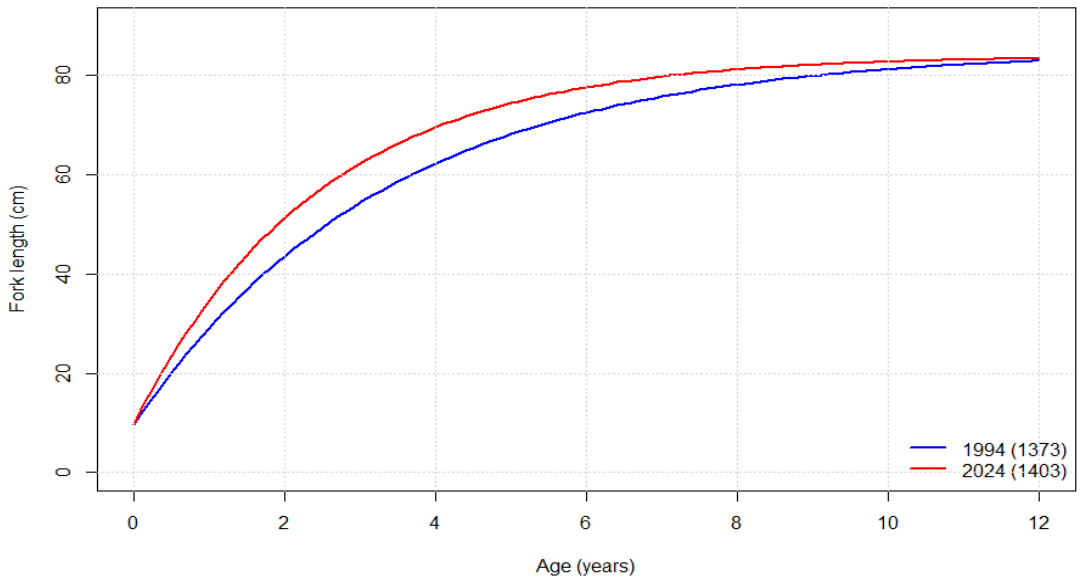
JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۸، شماره ۱، تابستان ۱۴۰۵، صفحات: ۱-۱۴
https://jmb.ahvaz.iau.ir

در مجموع ۱۰۵۰ عدد ماهی طی سال ۱۳۷۳ و ۶۵۵ عدد ماهی در سال ۱۴۰۳ مورد زیست‌سنجی قرار گرفت (در مجموع دو سال بیش از ۱۷۰۰ نمونه ماهی زرده). داده های طولی در گروه های ۵ سانتی متری دسته بندی شده اند. در این بررسی‌ها کوچکترین طول ماهی ۲۵ سانتی متر و بزرگترین آن ۸۰ سانتی متر و میانگین (انحراف معیار±) طول ۵۳ سانتی متر (۱۰±) سال ۱۳۷۳ و میانگین (انحراف معیار±) طول ۵۲ سانتی متر (۸ ±) سال ۱۴۰۳ در ماههای مختلف سال تحقیق بدست آمد (شکل ۳).

جدول ۱. پارامترهای رشد ماهی زرده در آب های شمالی دریای عمان(استان سیستان و بلوچستان) طی سال های مورد مطالعه ۱۳۷۳ و ۱۴۰۳

سال	منطقه	L_∞ (سانتی متر)	K (سالانه)	t_0 (سالانه)	Φ′	FV	FP
۱۳۷۳	شمال دریای عمان (استان س و ب)	۸۵	۰/۳۰	-۰/۴	۳/۳۵	۳۶	۶۹
۱۴۰۳	شمال دریای عمان (استان س و ب)	۸۴	۰/۴۱	-۰/۳	۳/۴۶	۳۳	۷۰

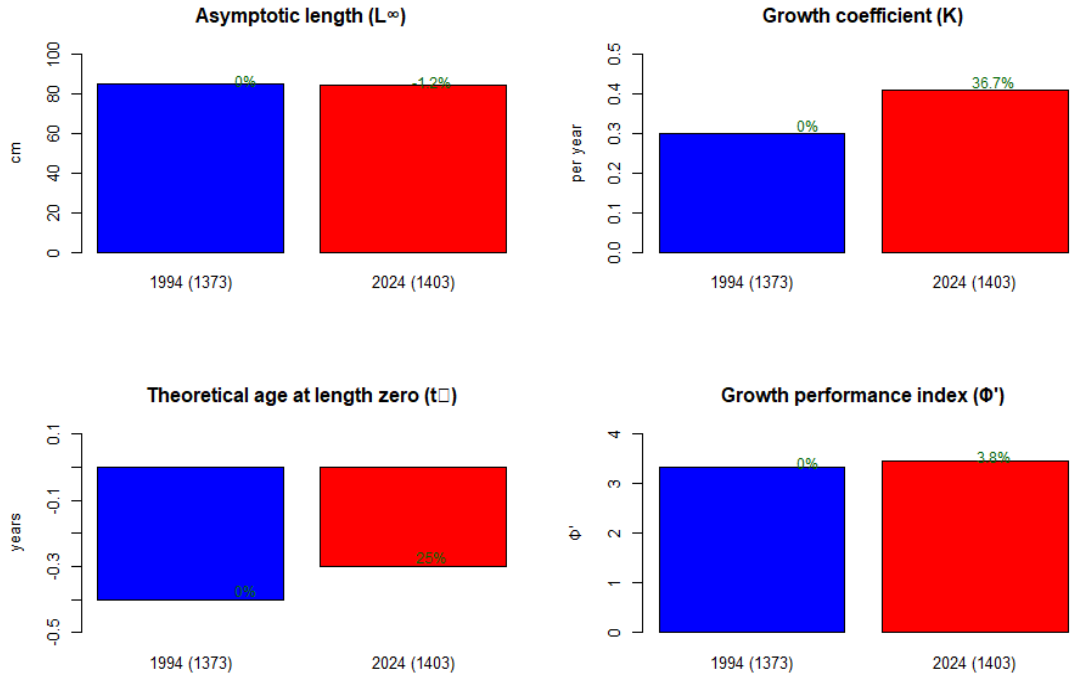
بر اساس شکل ۴، مقایسه منحنی رشد ماهی زرده بین سال‌های شمسی ۱۳۷۳ و ۱۴۰۳ نشان می‌دهد که ماهی‌ها در سال ۱۴۰۳ در همان سنین، طول بیشتری دارند. به‌طور مشخص، این اختلاف در سن ۵ سالگی ۵ سانتی‌متر و در سن ۷ سالگی ۱/۲سانتی‌متر است که نشان از تسریع قابل‌توجه رشد، به‌ویژه در میانه دوره زندگی این ماهی دارد. این تغییر در منحنی رشد می‌تواند نشان‌دهنده تأثیر عوامل محیطی یا مدیریتی بر پویایی جمعیت این گونه طی سه دهه گذشته باشد. همچنین مقایسه سرعت رشد، ماهی‌های زرده در سال ۱۴۰۳ دارای نرخ رشد سریع‌تری در سال‌های اولیه زندگی هستند. این سرعت رشد بالاتر به‌ویژه در سنین ۱ تا ۴ سالگی کاملاً مشهود است، که نشان می‌دهد جمعیت این ماهی در دوره اخیر با شتاب بیشتری به اندازه‌های بزرگ‌تر دست می‌یابد. این تغییر در الگوی رشد می‌تواند پیامدهای مهمی برای مدیریت شیلات و زمان‌بندی صید داشته باشد.



شکل ٤. منحنی رشد ماهی زرده در آب های شمالی دریای عمان (استان سیستان و بلوچستان) طی سال‌های مورد مطالعه ۱۳۷۳ و ۱۴۰۳

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-21]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۸، شماره ۱، تابستان ۱۴۰۵، صفحات: ۱-۱۴
https://jmb.ahvaz.iau.ir



شکل ۵. تغییرات پارامترهای رشد (طول بی نهایت، ضریب رشد، طول صفر و شاخص عملکرد رشد) ماهی زرده در آب‌های شمالی دریای عمان (استان سیستان و بلوچستان) طی سال‌های مورد مطالعه ۱۳۷۳ و ۱۴۰۳

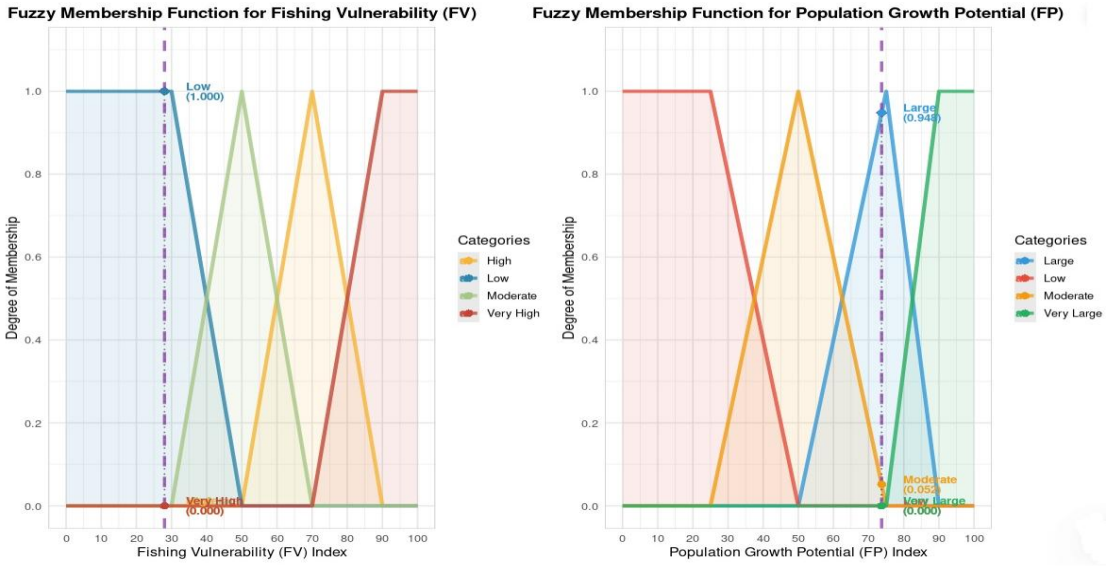
پویایی جمعیت برای ماهی زرده به ترتیب طول بی‌نهایت ۸۵ سانتی متر، ضریب رشد ۰/۳۰ در سال ، زمان طول صفر ۰/۴- و شاخص عملکرد ۳/۳۵ برای سال ۱۳۷۳ و طول بی‌نهایت ۸۴ سانتی متر، ضریب رشد ۰/۴۱ در سال، زمان طول صفر ۰/۳- و شاخص عملکرد ۳/۴۶ برای سال بود (جدول ۱ و شکل ۵). معادله وان‌برتالنفی برای جمعیت ماهی زرده در استان هرمزگان به ترتیب بصورت:

$(L_t = 84\ (1- \exp\ (-0.30\ (t +0.4))$ و $(L_t = 85\ (1- \exp\ (-0.41\ (t +0.3))$ محاسبه شد. در این معادله L_t طول ماهی به سانتی متر و t سن ماهی به سال است. با استفاده از معادله (وان برتالنفی)، می‌توان طول ماهی را برای سنین مختلف محاسبه نمود.

بررسی مقایسه‌ای پارامترهای رشد ماهی بین سال‌های ۱۳۷۳ و ۱۴۰۳ نشان‌دهنده تغییرات آماری معنادار در همه شاخص‌ها است. اگرچه طول بی‌نهایت ($L\infty$) کاهش کمی (۱/۲- درصد) داشته، اما مهم‌ترین تغییرات مربوط به افزایش چشمگیر ۳۶/۷ درصدی ضریب رشد (K) و کاهش ۲۵ درصدی سن نظری در طول صفر (t_0) است. این الگوی تغییرات حاکی از تسریع در نرخ رشد و رسیدن به سنین پایین‌تر در این جمعیت ماهی طی سه دهه گذشته است. همچنین شاخص عملکرد رشد (θ) افزایش جزئی (۳+ درصد) را نشان می‌دهد. تمامی این تغییرات از نظر آماری معنادار ($p < ۰/۰۰۱$) بوده و اندازه اثر بزرگ به‌ویژه برای پارامترهای K و t_0 محاسبه شده است که نشان از تغییرات اکولوژیک یا فشارهای ماهیگیری در این اکوسیستم دارد (شکل ۴ و ۵).

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-21]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۸، شماره ۱، تابستان ۱۴۰۵، صفحات: ۱-۱۴
https://jmb.ahvaz.iau.ir



شکل ٦. شاخص آسیب پذیری صیادی (FVI) و شاخص پتانسیل رشد جمعیت (FPI) ماهی زرده طی سال ۱۴۰۳ در شمال دریای عمان

شاخص‌های آسیب‌پذیری صیادی (FV) و پتانسیل رشد جمعیت (FP) ماهی زرده در دو بازه زمانی ۱۳۷۳ و ۱۴۰۳ نشان‌دهنده تغییرات قابل توجهی در وضعیت ذخیره این گونه است. در سال های مذکور ، شاخص FV به ترتیب برابر ۴±۳۶ (در محدوده آسیب‌پذیری متوسط) و ۵±۳۳ (کاهش جزئی اما باقی‌ماندن در محدوده متوسط) (RMSE: 4.53, AIC: 7.8) و شاخص FP معادل ۳±۶۹ (در محدوده پتانسیل بازیابی قوی) و ۴±۷۰ (افزایش ناچیز اما حفظ وضعیت مطلوب) ثبت شده که نشان می‌دهد جمعیت ماهی زرده اگرچه در معرض فشار صیادی متوسطی قرار داشته، اما از توان بازیابی مطلوبی برخوردار بوده است (RMSE: 4.79, AIC: 5.9). با توجه به مقادیر و بازه‌های اطمینان ارائه‌شده، تفاوت بین شاخص‌های FV و FP ماهی زوده در سال‌های ۱۳۷۳ و ۱۴۰۳ از نظر آماری معنادار نیست ($p > ۰/۰۵$).

بحث و نتیجه‌گیری

ماهی زرده از جمله ماهیان سطحزی درشت و دارای ارزش اقتصادی بالا در آب‌های جنوب ایران است که در سال‌های اخیر میزان صید آن در آب های جنوب کشور روندی افزایشی داشته است. بر اساس آمار سال ۱۴۰۴، صید این گونه در آب‌های جنوب کشور به حدود ۳۲ هزار تن رسیده که سهم استان سیستان و بلوچستان از این میزان حدود ۱۱ درصد است (سازمان شیلات ایران، ۱۴۰۴). با توجه به روند فزاینده بهره‌برداری و پیامدهای احتمالی آن بر وضعیت ذخایر، لزوم دسترسی به اطلاعات به‌روز و دقیق در مورد زیست‌شناسی و وضعیت جمعیتی این گونه بیش از گذشته احساس می‌شود.

طول بی نهایت ماهی زرده بر اساس داده‌های طول چنگالی، از ۹۴ سانتی‌متر در سال ۱۳۷۸ (درویشی و همکاران، ۱۳۸۲) به ۸۲ سانتی‌متر در سال ۱۳۸۴ کاهش یافته است. این کاهش می‌تواند ناشی از افزایش فشار صیادی، رشد ضریب بهره‌برداری و افزایش نرخ برداشت از ذخیره این گونه باشد (King, 2007). مقایسه پارامترهای رشد ماهی زرده در مناطق مختلف نشان می‌دهد که در استان هرمزگان ضریب رشد (K) و طول بی نهایت به ترتیب ۰/۶۹ و ۸۶ سانتی‌متر (طالب‌زاده، ۱۳۷۶) و در یمن این مقادیر به ترتیب ۰/۲۳ و ۹۲ سانتی‌متر گزارش شده است (Yesaki, 1994). به نظر می‌رسد مقادیر طول مجانبی و ضریب رشد این ماهی در استان سیستان و بلوچستان پایین‌تر از مقادیر مشاهده‌شده در استان هرمزگان باشد. جدول ۲ مقایسه‌ای از پارامترهای رشد ماهی زرده را در نقاط مختلف جهان ارائه می‌دهد.کاهش میانگین طول و طول بی نهایت

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-21]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۸، شماره ۱، تابستان ۱۴۰۵، صفحات: ۱-۱۴
https://jmb.ahvaz.iau.ir

این گونه در مطالعه حاضر می‌تواند تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله صید بی‌رویه (Stier *et al*., 2020; Gough *et al*., 2020) و تغییر شرایط محیطی (Smolinski and Berg, 2022) باشد.

با توجه به تفاوت‌های اکولوژیک بین مناطق، پارامترهای رشد از جمله طول بی نهایت ($L\infty$) و ضریب رشد (K) نیز متغیر هستند (King, 2007). هر گونه ماهی با توجه به شرایط ویژه زیست‌بوم خود، ویژگی‌های متمایزی در تولیدمثل، ریخت‌شناسی، اندازه جمعیت و تنوع ژنتیکی نشان می‌دهد که حاصل فرآیندهای انتخاب طبیعی و سازگاری در طول تاریخ حیات آن‌هاست. بین طول مجانبی و ضریب رشد یک رابطه معکوس وجود دارد؛ به‌طوری که با کاهش $L\infty$، مقدار K افزایش یافته و برعکس (Sparre and Venema, 1998). به‌طور کلی، با حرکت به سوی عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر و مناطق گرم‌تر، طول مجانبی تمایل به کاهش و ضریب رشد تمایل به افزایش دارد که احتمالاً ناشی از تأثیر مستقیم افزایش دمای آب است. پائولی (۱۹۹۸) معتقد است افزایش دما، نرخ متابولیسم ماهی را بالا برده و در نتیجه ماهی‌های ساکن آب‌های گرم دارای نرخ رشد سریع‌تری نسبت به ماهی‌های مناطق سردتر هستند. این شتاب در رشد می‌تواند به کاهش طول نهایی آن‌ها نیز بینجامد. به‌طور کلی، تغییرپذیری پارامترهای رشد در بین مناطق مختلف می‌تولند تحت تأثیر عواملی مانند کمیت و کیفیت منابع غذایی و شرایط محیطی (به‌ویژه دما) باشد (Bartulovic *et al*., 2004). علاوه بر این، عوامل درون‌زی‌متعددی مانند سن، جنس، و عوامل بیرونی مانند فصل، سال، رژیم غذایی، وضعیت فیزیولوژیکی، در دسترس بودن غذا و دوره‌های تولیدمثل نیز می‌توانند بر الگوی رشد ماهی تأثیر بگذارند (Lalèyè, 2006).

جدول ۲. پارامترهای رشد ماهی زرده در نقاط مختلف جهان

منبع	منطقه	$L\infty$ (سانتی متر)	K (سالانه)	t_0 (سالانه)	Φ'
Yesaki, 1982	تایلند	۷۶	۰/۴۶	_	۳/۴۲
Silas *et a.l*,1985	هند	۸۱	۰/۳۴	-۰/۳۴	–
Yesaki, 1994	سری لانکا	۵۹/۵	۰/۶۹	-	–
Supongpan & Saikliang ,1987	تایلند	۵۵	۲/۲۳	-۰/۰۱۵	۳/۸۲
Yesaki ,1989	تایلند	۷۶	۰/۹۶	-	–
Yesaki, 1994	یمن	۹۲	۰/۲۳	-	–
Pillai *et al*., 2002	هند	۸۹	۰/۹	–	–
طالب زاده، ۱۳۷۶	هرمزگان (ایران)	۸۶	۰/۶۹	-	۳/۷۰
درویشی و همکاران، ۱۳۷۸	هرمزگان (ایران)	۹۴	۰/۵۳	-۰/۰۲۴	۳/۶۷
Taghavi Motlagh *et al*., 2009	هرمزگان (ایران)	۸۷	۰/۵۱	-۰/۲۳	۳/۵۸
مطالعه حاضر، ۱۴۰۳	دریای عمان (ایران)	۸۴	۰/۴۱	-۰/۳	۳/۴۶

مقادیر شاخص رشد Φ' به دست آمده در این پژوهش که در محدوده‌ی ۳٫۴۲ تا ۳٫۸۲ قرار دارند، با محدوده‌ی گزارش‌شده در مطالعات پیشین همخوانی دارد (جدول ۲). از شاخص Φ' برای ارزیابی هماهنگی بین پارامترهای رشد، یعنی طول بی نهایت ($L\infty$) و ضریب رشد (K)، استفاده می‌شود تا اطمینان حاصل شود که منحنی رشد بهدست‌آمده، نرخی ثابت در سنین و اندازه‌های مختلف را نشان می‌دهد. مقادیر ضریب تغییرات (CV) محاسبه‌شده برای شاخص فی (Φ') در استان هرمزگان، بین ۳٫۵۸ تا ۳٫۷۰ بوده که در مقایسه با مطالعه‌ی پیشین در همین منطقه، اختلافی معنادار (کمتر از ۲ درصد) نشان نمی‌دهد. این همسانی آماری می‌تواند نشان‌دهنده‌ی وجود یک ذخیره‌ی واحد ژنتیکی یا جمعیتی باشد؛

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-21]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۸، شماره ۱، تابستان ۱۴۰۵، صفحات: ۱-۱۴
https://jmb.ahvaz.iau.ir

چراکه بر اساس معیارهای علمی، ضریب تغییرات این شاخص در یک ذخیره‌ی یکسان، معمولاً نباید از ۵ درصد تجاوز کند (Gayanilo and Pauly, 2003). تفاوت در شرایط اکولوژیک و تغییرات عرض جغرافیایی می‌تواند بر مقادیر L∞ و K تأثیر گذاشته و در نتیجه باعث تغییر در مقدار شاخص رشد (Φ') شود. حتی در یک منطقه‌ی مشخص نیز نوسانات محیطی در دوره‌های زمانی مختلف می‌تواند به تغییر این شاخص‌ها منجر گردد (King, 2007).

نتایج حاصل از تحلیل‌های رشد ماهی زرده در بازه زمانی (۱۳۷۳ تا ۱۴۰۳) نشان‌دهنده تغییرات چشمگیر در پویایی رشد این گونه باارزش است. مهم‌ترین تغییر مشاهده‌شده، تسریع قابل توجه نرخ رشد در سال‌های اولیه زندگی ماهی است، به طوری که منحنی سرعت رشد در سال ۱۴۰۳ به وضوح بالاتر از منحنی مربوط به سال ۱۳۷۳ قرار گرفته است. این شتاب رشد به‌ویژه در سنین ۱ تا ۴ سالگی مشهودتر بوده و منجر شده است که ماهی‌ها در سنین پایین‌تر به طول‌های بیشتری دست یابند. برای مثال، اختلاف طول در سن ۵ سالگی به ۵ سانتی‌متر می‌رسد که نشان‌دهنده تغییر معنادار در الگوی رشد است. از دیدگاه پارامترهای رشد، این تغییرات با افزایش ۳۶.۷ درصدی ضریب رشد (K) و کاهش ۲۵ درصدی پارامتر to همراه بوده است. این پدیده می‌تواند ناشی از عوامل متعددی از جمله تغییرات محیطی، کاهش تراکم جمعیت به دلیل فشار صیادی، یا سازگاری‌های ژنتیکی باشد (King, 2007). کاهش جزئی طول بی‌نهایت (L∞) از ۸۵ به ۸۴ سانتی‌متر در کنار افزایش شاخص عملکرد رشد (Φ') نشان می‌دهد که اگرچه حداکثر اندازه نظری ماهی اندکی کاهش یافته، اما کارایی رشد و سرعت رسیدن به اندازه‌های قابل برداشت بهبود یافته است. افزایش فشار صیادی و بالا رفتن صید یکی از عوامل تغییر دهنده پارامترهای جمعیتی آبزیان در هر منطقه می تواند باشد و در بسیاری از جمعیت‌ها همراه با کاهش میانگین طول، کاهش طول بی نهایت، کاهش طول بلوغ، افزایش ضریب رشد و افزایش تولید گزارش شده است (Welcomme, 2001; Gough *et al*., 2020; Smolinski and Berg, 2022).

این تغییرات الگوی رشد پیامدهای مهمی برای مدیریت شیلات دارد. از یک سو، رشد سریع‌تر می‌تواند امکان برداشت پایدار را در سنین پایین‌تر فراهم کند، اما از سوی دیگر حساسیت جمعیت به فشار صیادی را افزایش می‌دهد. همچنین کاهش سن در طول صفر (to) ممکن است نشان‌دهنده تغییر در شرایط اولیه رشد لاروها باشد. این یافته‌ها بر لزوم بازنگری در سیاست‌های مدیریتی فعلی، از جمله تعیین اندازه مجاز صید و محدودیت‌های زمانی صید، تأکید دارد(هاشمی، ۱۴۰۳). پایش مستمر این روندها برای اطمینان از پایداری ذخیره این گونه باارزش در بلندمدت ضروری به نظر می‌رسد.

جدول ۳. طبقه بندی میزان آسیب پذیری ماهیان براساس پارامترهایی زیستی (اقتباس از: انجمن شیلاتی آمریکا (AFS))

پارامترهای زیستی	آسیب پذیری کم	آسیب پذیری متوسط	آسیب پذیری زیاد	آسیب پذیری خیلی‌زیاد
طول حداکثر (Lmax)	Lmax ≤۵۰	۵۰< Lmax≤۱۰۰	۱۰۰< Lmax≤۱۵۰	۱۵۰<Lmax
ضریب رشد (K)	۰/۸ < K	۰/ ۵< K ≤۰/۸	۰/۵≤ K<۰/۲	K ≤ ۰/۲

براساس شاخص انجمن شیلاتی امریکا (Cheung *et al*., 2004) و مقایسه نتایج بدست آمده با این شاخص ها (جدول ۳) ، این ماهی جزء ماهیان با شاخص آسیب پذیری متوسط به حساب می آید. شاخص‌های آسیب‌پذیری صیادی (FV) و پتانسیل رشد جمعیت (FP) ماهی زرده در دو بازه زمانی ۱۳۷۳و ۱۴۰۳ بیانگر آن است که اگرچه آسیب‌پذیری جمعیت اندکی کاهش یافته، اما پتانسیل رشد جمعیت همچنان در سطح مطلوبی حفظ شده است. با این وجود، دقت در تفسیر ضروری است زیرا بازه اطمینان شاخص FP در سال ۱۳۷۳ (۳±۶۹) و سال ۱۴۰۳ (۴±۷۰) همپوشانی قابل توجهی دارد که می‌تواند نشان‌دهنده ثبات نسبی پتانسیل بازیابی در این بازه زمانی باشد. در کل، این ارقام حاکی از آن است که ذخیره ماهی زرده در این بازه از پایداری نسبی برخوردار بوده، اما نیازمند پایش مستمر به‌ویژه در زمینه کنترل فشار صیادی است تا از تداوم سلامت جمعیت اطمینان حاصل شود. در مبحث ارزیابی ذخایر و مدیریت ذخایرآبزیان از یک رویکرد جامع و چندبعدی برای بررسی وضعیت ذخایر با کمک دو شاخص اصلی استفاده می‌کند: آسیب‌پذیری صیادی (FV) و پتانسیل رشد جمعیت (FP). شاخص FV پارامترهای کلیدی تاریخ زندگی از جمله طول حداکثر (Lmax)، ضریب رشد فون برتالانفی (K)، حداکثر سن (Tmax)، مرگ‌ومیر طبیعی (M) و انتخاب‌پذیری (S) است که امکان تحلیل

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-21]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۸، شماره ۱، تابستان ۱۴۰۵، صفحات: ۱-۱۴
https://jmb.ahvaz.iau.ir

مقایسه‌ای بین ویژگی‌های بیولوژیک مختلف را فراهم می‌کند. شاخص FP ظرفیت بازیابی جمعیت را از طریق یک مدل رشد جمعیت اصلاح‌شده محاسبه می‌کند که از نرخ رشد ذاتی (r_max) مشتق شده و اثرات غیرخطی مرگ‌ومیر طبیعی و فشار صیادی را با استفاده از یک عامل بقای نمایی که تأثیر صیادی را تقویت می‌کند، دربر می‌گیرد (Nader *et al*., 2024). این رویکرد تصادفی امکان تحلیل سناریوی قوی را فراهم می‌کند که ذخایر را بر اساس ترکیب‌های آستانه‌ای مقادیر FV و FP در دسته‌های «بحرانی»، «متوسط» یا «پایدار» طبقه‌بندی می‌کند(Hamwi و همکاران ، ۲۰۲۵). در حالت کلی بنظر می رسد تون و شبه تون ماهیان دارای شاخص آسیب پذیری و شاخص پتانسیل رشد جمعیت متوسط رو به زیاد باشند (هاشمی، ۱۴۰۳). تاریخچه حیات و ویژگی های اکولوژیک یک عامل کلیدی در آسیب پذیری و انقراض گونه ها هستند. تاریخچه حیات و ویژگی های اکولوژیک که در مواجه با عوامل زیستی و غیر زیستی تکامل یافته اند، بعنوان یک قاعده مهم در ارزیابی ذاتی گونه ها ی دریایی مطرح می باشند (Dulvy *et al*., 2003).

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که پارامترهای رشد ماهی زرده (*E. affinis*) در آب‌های شمالی دریای عمان (استان سیستان و بلوچستان) طی سالیان گذشته دستخوش تغییرات معناداری شده است. کاهش طول بی‌نهایت ($L\infty$) همراه با افزایش چشمگیر ضریب رشد (K) و شاخص عملکرد رشد (Φ')، الگویی را نشان می‌دهد که عموماً با افزایش فشار صیادی و تغییر شرایط محیطی مرتبط است. این تغییرات حاکی از آن است که ذخیره این گونه احتمالاً تحت استرس برداشت قرار گرفته و به حداکثر ظرفیت بهره‌برداری پایدار نزدیک شده است. بنابراین، تداوم روند کنونی صید بدون اعمال مدیریت فعال و راهکارهای نظارتی دقیق‌تر، می‌تواند پایداری این ذخیره باارزش را در بلندمدت با تهدید جدی مواجه سازد. پیشنهاد می‌گردد با تعیین و اجرای سطوح مجاز صید، بازنگری در اندازه چشمه تورها و تقویت نظام پایش و کنترل، از انعطاف‌پذیری و بقای این جمعیت در برابر فشارهای فزاینده اطمینان حاصل شود.

References

۱. **دانیل، واین. ۱۳۸۱.** اصول و روش‌های آمارزیستی. انتشارات امیرکبیر، ترجمه سید محمدتقی آیت اللهی، ۶۱۱ صفحه.

۲. **سازمان شیلات ایران، ۱٤۰٤.** سالنامه آماری سازمان شیلات ایران دوره زمانی ۱۴۰۳-۱۳۷۶. سازمان شیلات ایران، معاونت برنامه‌ریزی و توسعه مدیریت، دفتر برنامه و بودجه. ۶۵ صفحه.

۳. **درویشی ، م. ۱۳۷۸.** گزارش بررسی ذخایر ۵ گونه از تون ماهیان استان هرمزگان (۷۸-۷۷). انتشارات مرکز تحقیقات شیلاتی دریای عمان. ۸۴ صفحه.

۴. **درویشی ، م. بهزادی، س. سالارپور، ع . ۱۳۸۲.** برخی از خصوصیات پویایی جمعیت ماهی زرده (*E. affinis*) در محدوده آبهای استان هرمزگان (خلیج فارس ودریای عمان). انتشارات مرکز پژوهش وسازندگی در امور دام وآبزیان ، شماره ۶۰ صفحه ۵الی ۱۲.

۵. **طالب زاده، ع. ۱۳۷٦.** بررسی ذخایر۵ گونه از تون ماهیان استان هرمزگان . مرکز تحقیقات شیلات دریای عمان. ۸۵ صفحه.

٦. **هاشمی، س. تقوی مطلق، س. و کوچنین، پ. ۱۳۸۸.** بررسی پویایی جمعیت و ارزیابی ذخیره ماهی زرده در سواحل استان هرمزگان. مجله بیولوژی دریا. سال اول(۴): صفحه ۹۹-۸۴.

۷. **هاشمی، س، ا. ۱۳۹٤.** بررسی توده زنده و تولید ماهیان تالاب شادگان. پایان نامه دکتری دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان . ۱۰۳ صفحه.

۸. **هاشمی، س، ا. و دوستدار،م. ۱۳۹۹.** بررسی میزان صید بی رویه تون ماهیان (تون ماهی، شبه تون و نیزه ماهی) در آبهای جنوب کشور خلیج فارس و دریای عمان. زیست شناسی دریا، ۱۲ (۴۵):۱-۱۰.

۹. **هاشمی، س، ا. تقوی مطلق، س، ا. و حسین زاده صحافی، ه. ۱٤۰۲.** بررسی وضعیت ذخیره جهت برداشت پایدار از حلزون بابیلون اسپیرال (*Spiral Babylon*) در آب های استان سیستان و بلوچستان. مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- مرکز تحقیقات شیلاتی آب های دور (چابهار). ۸۰ صفحه.

۱۰. **هاشمی، س، ا. ۱٤۰۳.** پایش روند و کیفیت بهره برداری برخی از گونه های تون و شبه تون ماهیان از طریق زیست سنجی در آبهای خلیج فارس و دریای عمان. مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- مرکز تحقیقات شیلاتی آب های دور (چابهار).۷۰ صفحه.

11. **Bartulovic, V., Glamuzina, B., Conides, A., Dulcic, J., Lucic, D., Njire, J. and Kozul, V. 2004.** Age, Growth, Mortality and Sex Ratio of Sand Smelt, *Atherinaboyeri*, Risso, 1810 (Pisces: *Atherinidae*) in the Estuary of the Mala Neretva River (Middle-Eastern Adriatic, Croatia), J. Appl. Ichthyol., 20: 427-430.

12. **Cheung, w. Pitcher, Tand Pauly, D. 2004.** A fuzzy logic expert system to estimate intrinsic extinction vulnerabilities of marine fishes to fishing.Biological conservation 124(97-111).

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-21]

13. **Dulvy, N. K., Sadovy, Y. and Reynolds, J. D., 2003.** Extinction vulnerability in marine populations. Fish and Fisheries 4, 25–64. DOI:https://doi.org/10.1046/j.1467-2979.2003. 00105.x.
14. **FAO. 2024.** The State of World Fisheries and Aquaculture 2022 - Meeting the sustainable development goals. Rome. Licenses: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 227 P.
15. **FAO., 2025.** *Euthynnus affinis* Cantor,1849. In: Fisheries and Aquaculture. [Cited Tuesday, February 18th 2025].
16. https://www.fao.org/fishery/en/aqspecies/3294/en
17. **Froese, R. and Binohlan, C. 2000.** Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. J. Fish Biol. 56:758-773.
18. **Froese, R., Demirel, N., Gianpaolo, C., Kleisner, K. M., Winker, H., 2017.** Estimating fisheries reference points from catch and resilience. Fish and Fisheries, 18(3): 506-526.
19. **Froese, R., Pauly, D. 2024.** FishBase World Wide Web electronic publication http://www.fishbase.org; (26,05.2024).
20. **Gayanilo,F.C; Pauly, D; Parre, p; 2003.** The FAO-ICLARM Stock Assessment Tool (FiSAT) users guide. Rome. ITALY.
21. **Ganga,U. and Pillia,N. 2000.** Field identification of scombroids from Indian Sea. Ln.Pillai,N.G.K., Menon,N.G., Pillai,P.P and Ganga,U.(Eds.) Management Scombroids Fisheries. Central Marine Fishery Research Institute, Kochine.1-13p.
22. **Gough, A., Dewar, K.M., Godley, B., Zafindranosy, E. and 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.
23. **Graham, J and Dickson, K. 2004.** Commentary Tuna comparative physiology. Journal of Exprimental biology, 207: 4015- 4024.
24. **Jones, M. C. and Cheung, W. W. L., 2015.** Multi-model ensemble projections of climate change effects on global marine biodiversity. ICES Journal of Marine Science, 72(3), 741–752. DOI: https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu172.
25. **Jenning, S. Kasier, M. and Reynold, J. 2000.** Marine Fisheries Ecology.Black wall Science.391p.
26. **Hamwi, N. I., Altajer, H., & Salem, J. (2025).** Overfishing risk and population decline of Scomberomorus commerson (Actinopterygii, Scombriformes, Scombridae) in a data-poor fishery: First assessment from the eastern Mediterranean Sea. Acta Ichthyologica et Piscatoria, 55, 369–377. https://doi.org/10.3897/aiep.55.170486.
27. **IOTC., 2023.** Report of the 13th Session of the IOTC Working Party on Neritic Tunas. Seychelles, 3 – 7 July 2023. IOTC–2023–WPNT13–R[E]: 63 pp.
28. **King, M. G. 2007.** Fisheries biology assessment and management. Second edition published by Blackwell Publishing Ltd., ISBN. 978-1-4051-5831-2, pp. 189-194.
29. **Lalèyè, P. A., 2006.** Length-weight and length-length relationships of fish from the Ouémé River in Bénin (West Africa). J. Appl. Ichthyol. 22: 502-510.
30. **Madha,,K. Madha,,R. Ahlawat, S. Raveendran, E and Dom, S. 2000.** Status of Exploitation of Tuna, Mackerel and Seerfish in Andaman and Nicobar Island. Ln.Pillai,N.G.K., Menon,N.G., Pillai,P.P and Ganga,U.(Eds.) Management Scombroids Fisheries, Central Marine Fishery Research Institute, Kochin.p49-55.
31. **Mateus, A. and Estupina, B. 2002.** Fish stock assessment of Piraputanga (Brycon *microlepis*) in the Cuiaba Basin.Braz J. biology. 165-170pp.
32. **Nader, I. H., Nour, A. B., Hamam, A., & Jullanar, S. (2024).** Assessment of population growth and fishing vulnerability of *Pomadasys stridens* along the Syrian coast (Eastern Mediterranean Sea). *International Journal of Oceanography & Aquaculture*, 8(3), 000333.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-21]

33. **Nasser, A., Pillia, P., Kunhikoya,V., 1999.** Status of explotation tunas at Agatii Island Lashadweep, Ln.Pillai,N.G.K., Menon,N.G., Pillai,P.P and Ganga,U.(Eds.) Management Scombroids Fisheries, Central Marine Fishery Research Institute, Kochin.p69-73.
34. **National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Fisheries. (2022).** Stock assessment model descriptions. Retrieved from https://www.fisheries.noaa.gov/insight/stock-assessment-model-descriptions.
35. **Pauly, D. 1998.** Tropical fishes: patterns and propensities. J. Fish Biol. 53 (Suppl. A): 1–17.
36. **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. and Ganga, U., 2002.** Stock assessment of coastal tunas in the Indian seas. *Management of Scombroid Fisheries*, pp.125-130.
37. **Ribera-Altimir, J., Llorach-Tó, G., Sala-Coromina, J., Company, J. B., & Galimany, E. (2023).** Fisheries data management systems in the NW Mediterranean: from data collection to web visualization. Database: the journal of biological databases and curation, 2023, baad067. https://doi.org/10.1093/database/baad067.
38. **Silas,E. Pillai,P.Srinath,M.Jayapyakash,A.Balan,V.Yohannan.T and Ponsermeeetan. 1985.** Fishery and Bionomics of tuna at chochine.In: Silas,E.Tuna fisheries of the exclusive economic zone of India,biology and stock assessment. Central Marine Fishery Research Institute, Kochin.p28-43.
39. **Sivads, M. 2000.** Status of tuna fishery in Minicoy. Island Lashadweep, Ln.Pillai,N.G.K., Menon,N.G., Pillai,P.P and Ganga,U.(Eds.) Management Scombroids Fisheries, Central Marine Fishery Research Institute, Kochin.p62-68.
40. **Sparre, P. and Venema, S. C. 1998.** Introduction to tropical fish stock assessment, FAO Fisheries technical paper, Roma, 450 pp.
41. **Sharma, R., Barange, M., Agostini, V., Barros, P., Gutierrez, N. L., Vasconcellos, M., Fernandez Reguera, D., Tiffay, C., & Levontin, P. (Eds.). (2025).** Review of the state of world marine fishery resources – 2025 (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 721). Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://doi.org/10.4060/cd5538en.
42. **Smolinski, S., Berg, F., 2022.** Varying relationships between fish length and scale size under changing environmental conditions – Multidecadal perspective in Atlantic herring. Ecological Indicators. 134 (1) 1-9.
43. **Stier, A. C., Olaf Shelton, A., Samhouri, J. F., Feist, B. E. and Levin, P. S., 2020.** Fishing, environment, and the erosion of a population portfolio. *Ecosphere* 11(11): e03283. 10.1002/ecs2.3283.
44. **Supongpan, S. and P. Saikliang., 1987.** Fisheries status of tuna purse seiners (using sonar) in the Gulf of Thailand in 1993. Rep. Mar.Fish.Div.Dep.Fish., Bangkok,3:78p.
45. **TaghaviMotlagh S. A., Hashemi S. A. and Kochanian P. 2009.** Population biology and assessment of Kawakawa (*Euthynnusaffinis*) in Coastal Waters of the Persian Gulf and Sea of Oman (Hormozgan Province). Iranian Journal of Fisheries Sciences. 9(2): 315-326.
46. **Wang, K., Li, Q., Zhang, C., Xu, B., & Ren, Y. (2025).** Enhancing catch-based stock assessment in data-limited fisheries with proxy CPUE indicators in the Yellow Sea. *Scientific reports*, *15*(1), 11043. https://doi.org/10.1038/s41598-025-95092-w.
47. **Yesaki,M., 1982.** Thailand. Biological and environmental observations.A report prepared for the Pole-and-Line Tuna Fishing in Southern Thailand Project.FAO.FI:DP/THA/77/008:46 p.
48. **Yesaki,M., 1989.** Estimates of age and growth of kawakawa (*E. affinis*), longtail tuna (*Thunnus tonggol*) and frigate tuna (*Auxis thazard*) from the Gulf Thailand based on length data. *Indo-pac*.Tuna Dev.Mgt.Programme,IPTP/89/GEN/17:94-108.
49. **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*, pp.3-11.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-21]