



## ORIGINAL RESEARCH PAPER

## Stock status investigating of longtail tuna (*Thunnus tonggol* Bleeker, 1851) based on limited data approach in Iranian southern waters (Persian Gulf and Oman Sea)

Seyed Ahmadreza Hashemi<sup>\*1</sup>, Mastooreh Doustdar<sup>2</sup>

<sup>\*1</sup> Associate Professor of biology and fish stock assessment department, Offshore Fisheries Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Chabahar, Iran

<sup>2</sup> Associate Professor of biology and fish stock assessment department, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

## ARTICLE INFO

**Article History:**

Received: 2023/07/25

Revised: 2023/12/30

Accepted: 2023/12/30

**Keywords:**

Longtail tuna

Catch-MSY

Optimized catch-only model

Zhou-Boosted regression tree models

## ABSTRACT

**Background and Objectives:** The longtail tuna, also known as Hoover fish, is a large pelagic fish and holds economic value. Its catch has notably increased in the southern waters of the country over the last two decades. The purpose of this study is to develop a framework for investigating the catch trend and estimation of optimized catch limit of the *T. tonggol* stock by collecting catch data in the Iranian southern waters.

**Methods:** In this research, the information of twenty-five years of catch of this species was prepared and with use of data limited approach and R software, estimation of optimal catch was made.

**Findings:** The average catch (Ct) for this study period was 44609 tons (95% confidence interval 38882-53936 tons) and the average catch ( $R = 0.74$ ,  $P < 0.05$ ) increased significantly during the study period. Average (maximum-minimum) of carrying capacity (K), current biomass (B), maximum sustainable yield (MSY), biomass of maximum sustainable yield ( $B_{MSY}$ ) based on Catch-MSY (CMSY) model, Optimized catch-only model (OCOM) model and Zhou-Boosted regression tree models (Zhou-BRT) model were estimated and the mean reference points did not show significant difference by statistical tests ( $P > 0.05$ ).

**Conclusion:** This research shows that the annual harvest of Longtail tuna species has reached its maximum amount and no increase in fishing is suggested for this species.

\*Corresponding author:

✉ [seyedahmad91@gmail.com](mailto:seyedahmad91@gmail.com)

orcid: [0000-0001-5071-4149](https://orcid.org/0000-0001-5071-4149)

doi: [10.52547/joc.14.55.8](https://doi.org/10.52547/joc.14.55.8)

doi:



NUMBER OF TABLES

1



NUMBER OF FIGURES

5



NUMBER OF REFERENCES

41

## مقاله پژوهشی

## بررسی وضعیت ذخیره ماهی هور (Thunnus tonggol (Bleeker, 1851) بر اساس رویکرد داده های محدود در آبهای جنوب کشور (خلیج فارس و دریای عمان)

سید احمد رضا هاشمی<sup>۱\*</sup>، مسطوره دوستدار<sup>۲</sup>،

۱- استادیار پژوهشی بخش زیست شناسی و ارزیابی ذخایر آبزیان، مرکز تحقیقات شیلاتی آبهای دور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، چابهار، ایران.

۲- استادیار پژوهشی بخش زیست شناسی و ارزیابی ذخایر آبزیان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

## اطلاعات مقاله

## چکیده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۳  
تاریخ بازبینی: ۱۴۰۲/۱۰/۹  
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۹

**پیشینه و اهداف:** تون ماهی دم‌دراز (ماهی هور) از جمله ماهیان سطح‌زی در شت و از ماهیان با ارزش اقتصادی است که در دو دهه اخیر میزان صید آن در آبهای جنوب کشور افزایش یافته است. هدف از این مطالعه، توسعه چارچوبی است که به بررسی روند صید و برآورد محدود صید بهینه ذخیره ماهی هور (*T. tonggol*) با جمع‌آوری اطلاعات صید این گونه در آبهای جنوب کشور می‌پردازد.

**روش‌ها:** در تحقیق حاضر، اطلاعات بیست و پنج سال صید این گونه تهیه و با کمک رویکرد اطلاعات محدود<sup>۱</sup> و نرم‌افزار آر (R)، برآورد محدود صید بهینه صورت پذیرفت.

**یافته‌ها:** میانگین صید (Ct) برای این دوره مورد مطالعه ۴۴۶۰۹ تن (۹۵٪ فاصله اطمینان ۵۳۹۳۶-۳۸۸۸۲ تن) بوده و میانگین صید ( $R = 0.74, P < 0.05$ ) به صورت معنی‌داری طی دوره مورد مطالعه افزایش یافته است. میانگین (حداکثر-حداقل) ظرفیت حمل (K)، بیوماس فعلی یا موجود (B)، حداکثر محصول پایدار (MSY)، بیوماس حداکثر محصول پایدار (BMSY) بر اساس مدل صید-محصول حداکثر پایدار (CMSY)، مدل صید بهینه‌شده (OCOM)، مدل درخت رگرسیونی تقویت شده ژو (ZBRT) برآورد شد و میانگین نقاط مرجع به‌وسیله آزمون‌های آماری تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ( $P > 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** این تحقیق نشان می‌دهد که میزان برداشت سالانه از ذخیره این گونه به حداکثر میزان خود رسیده و افزایش صیدی برای این گونه پیشنهاد نمی‌گردد.

\*نویسنده مسئول

✉ [Seyedahmad91@gmail.com](mailto:Seyedahmad91@gmail.com)

orcid: 0000-0001-5071-4149

doi: 10.52547/joc.14.55.8

doi:

## مقدمه

مهاجر اقیانوسی مناطق گرم‌سیر و نیمه گرم‌سیر مابین عرض‌های ۴۷ درجه شمالی و ۳۳ درجه جنوبی که در اقیانوس هند و آرام، دریای سرخ و تا جنوب استرالیا و شمال ژاپن دیده می‌شود [۱۱]. در اعماق سطحی وجود داشتته (معمولاً تا اعماق ۱۰۰ متر) و بالغین به اعماق بالاتر و نواحی دورتر از ساحل تمایل دارند (برعکس نابالغین). برای این گونه حداکثر طول ۱۴۵ سانتی‌متر (معمولاً حدود ۷۰ سانتی‌متر)، حداکثر وزن ۳۶ کیلوگرم و حداکثر سن ۱۹ سال گزارش شده است [۷-۱۰]. گروه تون ماهیان (تون، شبه تون و نیزه ماهی) حدود ۹ درصد صید جهانی را به خود اختصاص داده و تون ماهی دم دراز حدود ۲۳۷ هزار تن در جهان صید می‌شود [۱]. در اقیانوس هند بیش از ۱۳۵ هزار تن از این گونه صید شده و ابزار اصلی صید آن تور گوشگیر و کشورهای عمده بهره‌بردار در اقیانوس هند به ترتیب ایران، اندونزی و عمان می‌باشند [۱۲]. تون ماهی دم دراز از جمله ماهیان سطح‌زی درشت و از ماهیان با ارزش اقتصادی است که در دو دهه اخیر میزان صید آن در آبهای جنوب کشور افزایش یافته است و در آبهای جنوب کشور بیش از ۵۵ هزار تن ماهی از این گونه صید شده (سال ۱۴۰۰) است [۱۳].

از جمله مطالعات انجام گرفته بروی ویژگی‌های زیستی و وضعیت ذخایر این گونه در نقاط مختلف اقیانوس هند می‌توان به موارد مختلفی [۱۴-۱۵-۱۶-۱۷-۱۸-۱۹-۲۰] اشاره نمود. تحقیق حاضر بررسی روند صید ماهی هوور در آبهای جنوبی کشور با هدف تعیین نقاط مرجع شیلاتی و محدوده بهینه صید این گونه و مدیریت صحیح و اصولی در بهره‌برداری از این منبع آبی است. با توجه به اهمیت اقتصادی و ارزش تجاری ماهی هوور در آبهای جنوب کشور و کمبود اطلاعات درباره این ماهی و نقش آن در زندگی صیادان مناطق جنوب کشور، تعیین نقاط مرجع شیلاتی به عنوان مهم‌ترین هدف این تحقیق می‌باشد.

## روش پژوهش

## 2-1 منطقه مورد مطالعه:

داده‌های لندینگ (صید تخلیه به ساحل) ماهی هوور آبهای ساحلی ایران (دریای خلیج فارس و دریای عمان) در چهار استان جنوبی برای دوره بیست و پنج سال گذشته (بر اساس تن) از سازمان شیلات ایران (سال ۱۳۷۶ الی ۱۴۰۰) جمع‌آوری [۱۳] شده است (شکل ۱).

در سالهای اخیر نشانه‌های بارزی از برداشت بی‌رویه و غیرمنطقی از ذخایر عمده ماهیان و سایر آبزیان، شامل خسارتهای جدی به زیست بوم‌های آبی و زیانهای اقتصادی موازی با فعالیت‌های شیلاتی به چشم می‌خورد [۱]. بر اساس مطالعات انجام شده، نسبت ذخایر با سطح پایدار زیستی<sup>۱</sup> به ذخایر با سطح ناپایدار زیستی<sup>۲</sup> در سال ۱۹۷۴ حدود ۹۰ درصد بوده و در سال ۲۰۱۶ به حدود ۶۷ درصد رسیده است و بدین ترتیب سطح ناپایدار زیستی آبزیان در حال افزایش هستند [۱]. حفظ ذخایر یک اصل مورد تأکید جهانی و یک معیار کلیدی در پایداری بهره‌برداری از تمام منابع آبی است. تلاش تمام مدیران شیلاتی بروی دسترسی به تأمین غذای کافی و مطمئن از منابع طبیعی و تأمین نیاز جوامع بشری، با در نظر گرفتن میزان بهره‌برداری مجاز و صحیح از آنها متمرکز شده است [۲].

حدود ۸۰ درصد صید جهانی و ۹۹ درصد از گونه‌های آبی فاقد ارزیابی ذخایر رسمی با داده‌های کافی و مناسب هستند [۳-۴]. در سال‌های اخیر با توجه به کمبود داده برای بسیاری از ذخایر صیادی رویکردهای ارزیابی با داده‌های محدود و ارزیابی بر پایه داده‌های صید گسترش یافته [۵] و این موضوع در مورد کشورهای کمتر توسعه یافته با تنوع بالایی گونه‌ای بیشتر مدنظر قرار می‌گیرد [۶-۷]. بررسی وضعیت ذخیره و نقاط مرجع شیلاتی<sup>۳</sup> از موارد مهم و تأثیرگذار بر مدیریت شیلاتی بوده و برای بسیاری از ذخایر شیلاتی در جهان به‌طور رسمی چنین نقاط وجود نداشته و میزان بهره‌برداری و وضعیت ذخیره آنها ناشناخته است [۵]، که رویکرد‌های ارزیابی با داده‌های محدود می‌تواند در این امر مفید فایده باشند [۴-۸].

خلیج فارس و دریای عمان با شرایط اکولوژیک منحصر به فرد میزبان تنوع گونه‌ای وسیعی از آبزیان است که شرایط تهیه معیشت، اشتغال و فعالیتهای اقتصادی وسیعی را برای ساحل نشینان فراهم کرده است. این مناطق با دارا بودن ویژگیهای جغرافیایی و ارزشهای بوم‌شناختی و شرایط خاص فیزیکی و شیمیایی آب آن مجموعه وسیعی از آبزیان منحصر به فرد را در خود جای داده است [۹]. در ایران با بیش از ۱۲۰ هزار نفر صیاد که شغل اصلی آنها صیادی است و ماهیگیری نقش مهمی را در ایجاد اشتغال در مناطق ساحلی و همچنین زمینه‌های ایجاد فعالیت‌های اقتصادی گسترده‌ای را برای عملیات پس از صید فراهم کرده است [۹].

تون ماهیان از راسته پرسی فورم<sup>۴</sup> و خانواده اسکمبیده<sup>۵</sup>، دارای ۱۵ جنس و ۵۲ گونه بوده و جنس تونوس<sup>۶</sup> دارای ۸ گونه می‌باشد [۷-۱۰]. تون ماهی دم دراز (هوور) گونه‌ای اپی‌پلاژیک و سطحی،

5- Scombridae  
6 Thunnus

2- Biologically Sustainable Levels (BSLs)  
3- Biologically Unsustainable Levels (BULs)  
3- Fisheries Reference Points (FRP)  
4- Perciformes

## ۲-۴ مدل درخت رگرسیونی تقویت شده ژو (ZBRT):

مدل درخت رگرسیونی تقویت شده ژو مشابه با فرضیات مدل صید - محصول حداکثر پایدار و مدل بر اساس صید بهینه شده بوده با این تفاوت که دیگر از نرخ رشد آنی (لحظه ای) و از مرگ و میر طبیعی سالانه استفاده نکرده و جهت برآورد های خود تنها از الگوریتم بهینه شده سری زمانی صید استفاده نموده و دارای خروجی های کمتری نیز می باشد [۲۴].

## ۲-۵ مدل پیش بینی صید:

روش میانگین متحرک<sup>۱۰</sup> (MA) روش میانگین حسابی مشاهدات مجموعه داده های گذشته بوده و از محاسبه میانگین به عنوان پیش بینی کننده آینده استفاده می کند [۲۵]. مقادیر میانگین مطلق درصد خطا<sup>۱۱</sup> (MAPE) جهت بررسی میزان خطا مدل مورد استفاده قرار گرفت [۲۵].

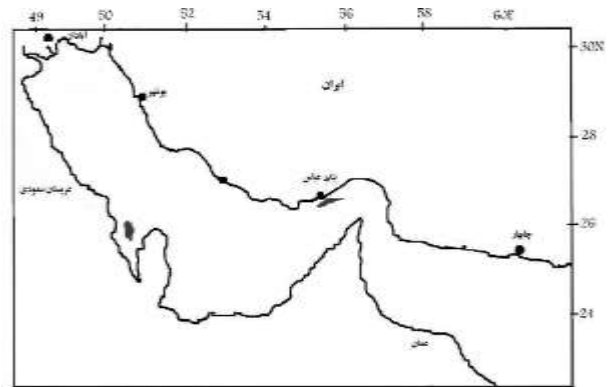
$$MAPE = \sum \frac{\frac{et}{Dt}}{n} * 100$$

Dt عدد واقعی برای دوره زمانی t، Ft عدد پیش بینی برای مدت زمان t، n تعداد دوره های زمانی مشخص شده، و et خطای پیش بینی مساوی با (Dt - Ft) است.

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار های R (4.2.0) ، R studio ، Fishmethods ، ggplot2 (های بسته های) (2022.12.0)، پکیج های (بسته های) ، SPSS (21) و DLMtool (21) و مقایسه میانگین ها و آزمون چند دامنه ای دانکن و نیز آزمون تی تست سطح معنی داری ۰/۰۵ و حدود اطمینان ۹۵٪ به دست آمد.

## نتایج و بحث

میانگین صید (Ct) برای این دوره مورد مطالعه ۴۴۶۰۹ تن (۹۵٪ فاصله اطمینان ۵۳۹۳۶-۳۸۸۸۲ تن) بوده و میانگین صید به صورت معنی داری (R = 0.74, P < 0.05) طی دوره مورد مطالعه افزایش یافته است (شکل ۲). کمترین میزان صید ماهی هوور در آبهای جنوب کشور مربوط به سال ۱۳۷۶ (نزدیک به ۱۷ هزار تن) بوده و بیشترین میزان صید در سال ۱۳۹۰ (حدود ۸۰ هزار تن) ثبت گردیده است.



شکل ۱ موقعیت مناطق جمع آوری اطلاعات ماهی هوور در آبهای جنوب کشور (خلیج فارس و دریای عمان)

## ۲-۲ مدل صید - محصول حداکثر پایدار (CMSY):

مدل صید - محصول حداکثر پایدار مدل سازی بر اساس الگوریتم تصادفی تولید مازاد و وارد نمودن مقادیر اولیه پارامتر یا پارامترهای ورودی (اطلاعات اولیه محقق) و شبیه سازی روش مونت کارلو<sup>۲</sup> (روش حل مساله با کمک نمونه گیری تصادفی تکرارشونده) با ۱۰۰۰۰ بار تکرار مدل سازی برحسب توزیع احتمالات صورت پذیرفته و مقادیر پارامترهای محاسباتی (خروجی) و حدود اطمینان آنها را با درصد های مختلف اندازه گیری می نماید. برای محاسبه پارامترها و بررسی وضعیت ذخیره داده های حداقلی گونه های مختلف، متفاوت بوده و حداقل ۱۰ سال داده صید نیاز می باشد [۲۱]. مدل تولید مازاد گراهام-شیفر<sup>۳</sup> یک روش ساده است که کاربرد وسیعی جهت برآورد بیوماس داشته و در این رویکرد استفاده شده و فرمول آن به صورت زیر است.

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

سال  $y$  ،  $r$  = نرخ رشد آنی (لحظه ای)<sup>۴</sup>،  $K$  = ظرفیت حمل<sup>۵</sup> 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 بوده،  $C_y$  = صید در سری زمانی و سال  $y$  می باشد [۲۱]. میزان مرگ و میر صیادی حداکثر محصول پایدار<sup>۶</sup> با کمک فرمول  $F_{MSY} = r/2$  و حداکثر محصول پایدار از فرمول  $MSY = rK/4$  و بیوماس حداکثر محصول پایدار<sup>۷</sup>  $B_{MSY} = K/2$  محاسبه می شود [۲۲].

## ۲-۳ مدل بر اساس صید بهینه شده (OCOM):

مدل بر اساس صید بهینه شده مشابه با فرضیات مدل صید - محصول حداکثر پایدار بوده با این تفاوت که از الگوریتم بهینه شده بجای الگوریتم تصادفی و بجای نرخ رشد آنی (لحظه ای) از مرگ و میر طبیعی سالانه استفاده می کند [۲۴]. بر اساس مطالعات گذشته میزان مرگ و میر طبیعی این گونه ۰/۶۵ سالانه [۲۳] در نظر گرفته شد.

7- Biomass of maximum sustainable yield (Bmsy)  
8- (OCOM) Optimized catch-only model  
9- Zhou-Boosted regression tree models(Zhou-BRT)  
10- Moving Average (MA)  
11- Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

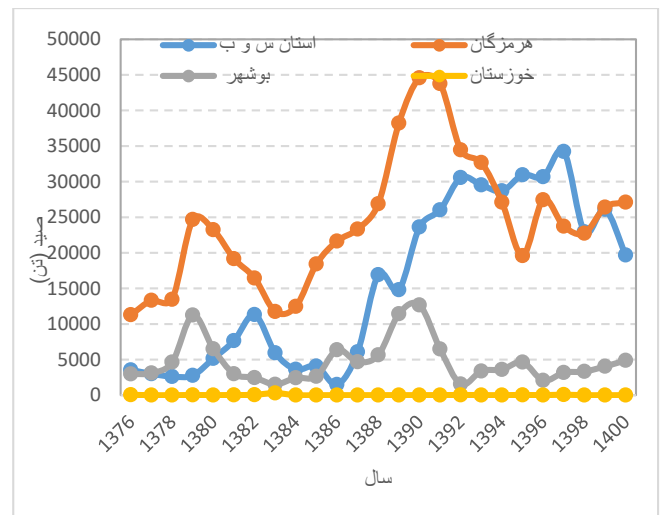
1- (CMSY) Catch-MSY  
2- Monte Carlo  
3- surplus production model (SGSPM) Graham-Schaefer  
4- intrinsic growth rate (IGR)  
5- Carrying capacity (CC)  
6- Fishing mortality of maximum sustainable yield (Fmsy)

نرخ رشد آنی (لحظه ای) بر اساس مدل صید- محصول حداکثر پایدار (CMSY)، (۰/۷۸-۰/۴۰) ۰/۵۶ به دست آمد.

نرخ رشد آنی (لحظه ای) یکی از پارامترهای مهم در امر مدل سازی و مدیریت شیلاتی بوده و عامل تعیین کننده در رشد جمعیت، قابلیت تحمل فشار صیادی و بازیابی و تجدید نسل جمعیت‌های تخلیه شده است [۲۶]. بایستی قبل از هر موضوعی حدود این پارامتر مشخص شود و با توجه به مقادیر به دست آمده (۰/۵۶)، ماهی هور جزء گونه‌های با انعطاف متوسط می‌باشد [۲۷]. طبقه‌بندی گونه‌ها بر اساس نرخ رشد آنی به صورت زیر است. مقادیر نرخ رشد ذاتی ۱/۵ - ۰/۶ نشان دهنده گونه با انعطاف بالا، مقدار ۱ - ۰/۲ نشان دهنده گونه با انعطاف متوسط، مقدار ۰/۵ - ۰/۰۵ گونه با انعطاف کم و مقادیر کمتر از ۰/۱ - ۰/۰۱۵ نشان دهنده گونه با انعطاف کم می‌باشد [۲۸-۲۹]. بین پارامتر  $r$  و سایر پارامترهای تاریخچه حیات رابطه معنی داری به ویژه مرگ و میر طبیعی (M) وجود داشته و این رابطه در ماهیان استخوانی  $r=1.73 M$  و در ماهیان غضروفی  $r=0.76 M$  گزارش شده است [۲۴]. در مطالعات Froese و Pauly [۲۷]، میزان پارامتر  $r$  تقریباً معادل ۲ مرگ و میر صیادی حداکثر محصول پایدار (FMSY)، ۳ مرگ و میر طبیعی (M)، ۳ ضریب رشد منحنی وان برتالانی (K)، تقسیم‌بندی نسل<sup>۱</sup> (Tgen) و ۹ تقسیم‌بندی حداکثر طول عمر<sup>۲</sup> (Tmax) حاصل شده است ( $r \approx 2F_{MSY} \approx 2M \approx 3K \approx 3/T_{gen} \approx 9/T_{max}$ ).

نسبت میزان مرگ و میر صیادی موجود به مرگ و میر حداکثر محصول پایدار (F/FMSY) در مدل OCOM و CMSY برای سال ۱۳۹۰ به بعد روند افزایشی داشته و نسبت میزان بیوماس موجود به ازای بیوماس حداکثر محصول پایدار (B/BMSY) روند کاهشی را نشان داد ولی در مدل ZBRT این روند کاهشی دیده نمی‌شود (شکل ۳). با توجه به طرح کوب<sup>۳</sup> که نشان دهنده گرافیکی مقادیر و روند نسبت‌های B/BMSY و F/FMSY است، می‌توان بیان نمود وضعیت ذخیره ماهی هور سال ۱۴۰۰ نسبت به سال ۱۳۷۶، شاهد افزایش مرگ و میر صیادی و کاهش بیوماس این گونه هستیم. میزان بیوماس موجود این گونه در شکل ۴ نشان دهنده روند کاهشی بیوماس این گونه بوده و روند نزولی با شیب زیاد ماهی هور از سال ۱۳۹۰ هم‌زمان با افزایش صید شروع شده و همچنان ادامه دارد.

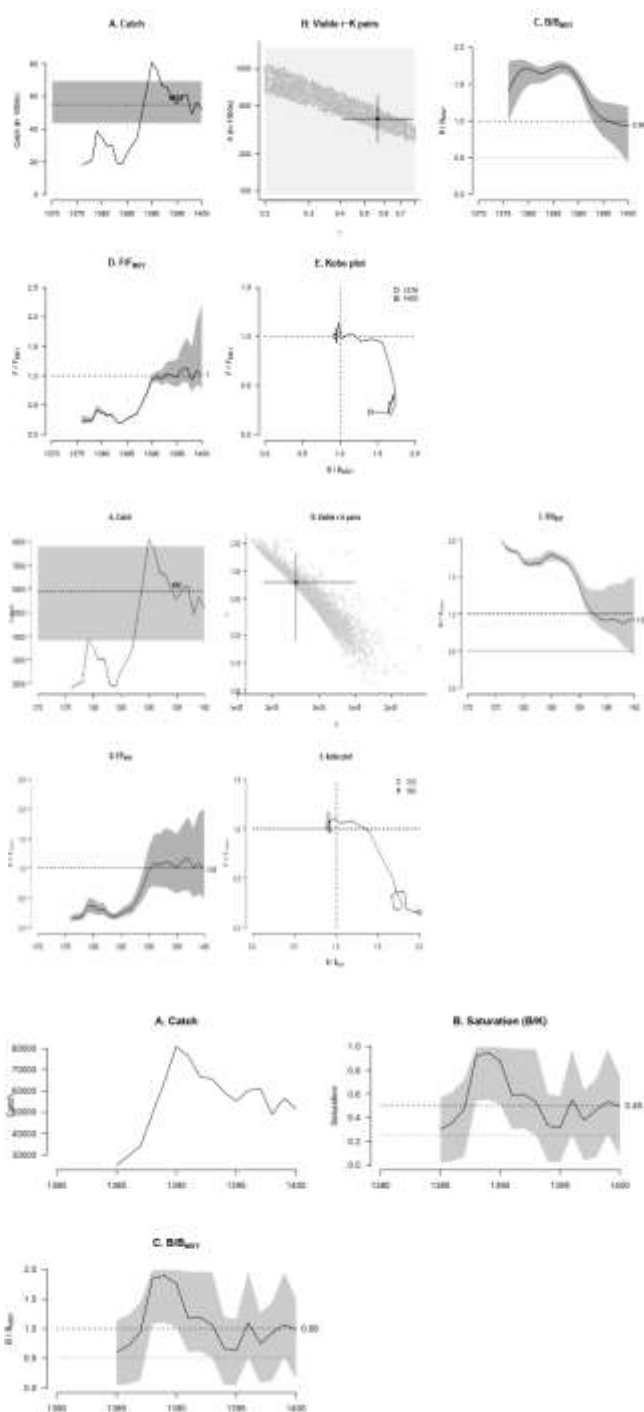
وضعیت صید ماهی هور در آبهای جنوب کشور بر اساس میزان شاخص بیوماس موجود به بیوماس حداکثر محصول پایدار (B/BMSY) و روند نزولی آن، در حالت بهره‌برداری کامل قرار دارد و این امر با در نظر گرفتن روند نسبت میزان مرگ و میر صیادی موجود به مرگ و میر حداکثر محصول پایدار (F/FMSY) که افزایشی بوده و نزدیک به یک است، (F/FMSY) بیش از یک نشان دهنده وجود داشتن صید بی رویه است [۳۱] و همچنین نزدیک بودن صید فعلی به میزان صید حداکثر محصول پایدار، به نظر منطقی می‌رسد. میزان صید بهینه ماهی هور در اقیانوس هند نزدیک به ۱۳۰ هزار تن بوده و وضعیت ذخایر آن در این اقیانوس در حالت برداشت بی رویه از سال ۲۰۱۶ (۷۶ درصد صید بی رویه با رنگ قرمز بهره برداری) و (۱/۲۱-



شکل ۲ روند تغییرات صید کل سالانه ماهی هور در آبهای جنوب کشور (خلیج فارس و دریای عمان)

ماهی هور از جمله ماهیان سطحی است که در چند سال اخیر بشدت میزان صید آن در آبهای جنوب کشور به علت ارزش تجاری و صنعتی آن افزایش یافته و میزان صید آن به بیش از ۵۵ هزار تن در سال ۱۴۰۰ رسیده است. در این میان استان هرمزگان بیشترین درصد صید ماهی هور (۵۲٪)، سپس استان سیستان و بلوچستان (۳۸٪)، استان بوشهر (۹٪) و استان خوزستان تقریباً سهمی از صید این ماهی ندارد. با در نظر گرفتن روند شدید افزایشی صید و واکنش‌های احتمالی جمعیت به این افزایش، نیاز به اطلاعات به روز شده در خصوص وضعیت ذخیره این گونه بیش از پیش احساس می‌گردد. با توجه به مقادیر صید سالانه و اطلاعات اولیه ای از ماهی هور (رشد لحظه ای اولیه ۰/۸ - ۰/۲ سالانه)، نرم افزار مقدار اولیه برای شروع مدل سازی بر اساس رویکرد بیزی و شبیه سازی مونت کارلو در نظر می‌گیرد و در این تحقیق بیوماس نسبی اولیه ۰/۹ - ۰/۵ و ظرفیت حمل محیطی اولیه به صورت ۱۴۹۲ - ۹۳ هزار تن در نظر گرفته شد. مقادیر خروجی مدل بعد از ۱۰۰۰۰ بار شبیه سازی مونت کارلو به صورت زیر به دست آمد.

میانگین (حداکثر - حداقل) شاخص‌های ظرفیت حمل (K)، حداکثر محصول پایدار (MSY)، بیوماس حداکثر محصول پایدار (BMSY)، بیوماس فعلی یا موجود (B) مدل صید- محصول حداکثر پایدار (CMSY)، مدل صید بهینه شده (OCOM)، مدل درخت رگرسیونی تقویت شده ژو (ZBRT) در جدول ۱ نمایش داده شده است و اعداد و مقادیر نمایش داده شده تفاوت زیادی با یکدیگر نداشته و میانگین شاخص‌های مشابه سه مدل مذکور به وسیله آزمون آنجا و تی تست تفاوت معنی داری را نشان نداد ( $P>0.05$ ).



شکل ۳ روند تغییرات  $F/F_{MSY}$ ،  $B/B_{MSY}$  و  $B/K$  و طرح کوب ماهی هور در آبهای جنوب کشور (خلیج فارس و دریای عمان) (A مدل CMSY، B مدل OCOM و C مدل ZBRT).

$B/B_{MSY} = 0.69(0.45)$  گزارش شده است [۱۲]. در مطالعه دیگری در آبهای جنوب کشور میزان صید بهینه ماهی هور را ۵۳ الی ۵۵ هزار تن و  $B/B_{MSY} = 0.09 - 0.5$  برآورد نمودند [۲۰]. ضریب بهره‌برداری  $0.70 - 0.30$  در سال برای این گونه در سایر مناطق جهان گزارش شده است [۱۴-۱۵-۱۶-۱۷-۱۸-۱۹-۲۰]. در تحقیق قبلی در این منطقه که به‌وسیله توسط درویشی و همکاران (۲۰۱۷) ضریب بهره‌برداری (۰/۶۸) و همچنین یاسمی و همکاران (۲۰۱۸) ضریب بهره‌برداری (۰/۶۲) را گزارش کردند که نشانه دهنده وجود صید بی‌رویه در این گونه می‌باشد. ضریب بهره‌برداری در جمعیت نایبستی بیش از ۰/۵ باشد، زیرا نشانه دهنده صید بی‌رویه است [۲۳].

وضعیت صیادی معمولاً بر اساس  $B/B_{MSY}$  ارزیابی می‌شود و به سه بخش کلی تقسیم می‌گردد: مقدار  $B/B_{MSY}$  بزرگ‌تر و مساوی عدد ۱/۵ به معنی وضعیت صید کمتر از بهینه<sup>۱</sup>، بین ۱/۵ تا ۰/۵ به معنی وضعیت بهره‌برداری کامل<sup>۲</sup> و بین ۰/۵ تا ۰/۲ به معنی وضعیت صید بیش از بهینه<sup>۳</sup> و مقادیر کمتر از ۰/۲ به معنی وضعیت کاهش شدید در ذخیره<sup>۴</sup> است [۳۳-۳۴]. یکی از شاخص‌های مهم نقاط مرجع زیستی<sup>۵</sup> نسبت میزان بیوماس به ظرفیت حمل محیطی ( $S = B/K = 0.5 \times B/B_{MSY}$ ) یا همان اشباعیت بوده و این شاخص در گونه ماهی هور در آبهای جنوب کشور در محدوده ۰/۴۹ - ۰/۴۶ در مدل‌های مورد استفاده به دست آمده، نشان دهنده میزان متوسط تهی شدن<sup>۶</sup> ذخیره می‌باشد [۳۵]. شاخص اشباعیت در دامنه ۰/۲ - ۰/۶ بوده که نشان دهنده میزان متوسط تهی شدن ذخیره و مقدار کمتر از ۰/۲ میزان بالایی از تهی شدن ذخیره و مقادیر بالاتر از ۰/۶ مقادیر کمی از تهی شدن ذخیره را نشان می‌دهند [۳۶-۳۷]. به‌طور کلی میزان بهینه این نسبت در گونه‌های مختلف، متفاوت بوده و معمولاً بین ۰/۳۰ - ۰/۶۰ می‌باشد و معمولاً گونه‌های 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 ۰/۳۰ - ۰/۲۰ در نظر گرفته شده و کمتر از این مقدار نشان دهنده کاهش شدید در ذخیره می‌باشد [۳۸]. بدون شک میزان بهره‌برداری و میزان بیوماس جمعیت، نرخ رشد جمعیت را تغییر داده و بر روی نسبت میزان بیوماس حداکثر محصول پایدار به ظرفیت حمل محیطی مؤثر بوده و آن را تغییر می‌دهد [۲۶].

5 - Biological Reference Points(BRP)  
6 - Medium depletion

1 - Under exploited  
2 - fully exploited  
3 - overexploited  
4 - collapsed

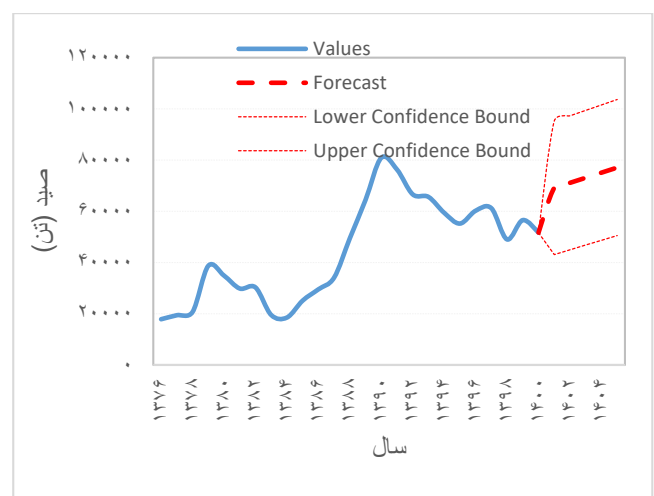
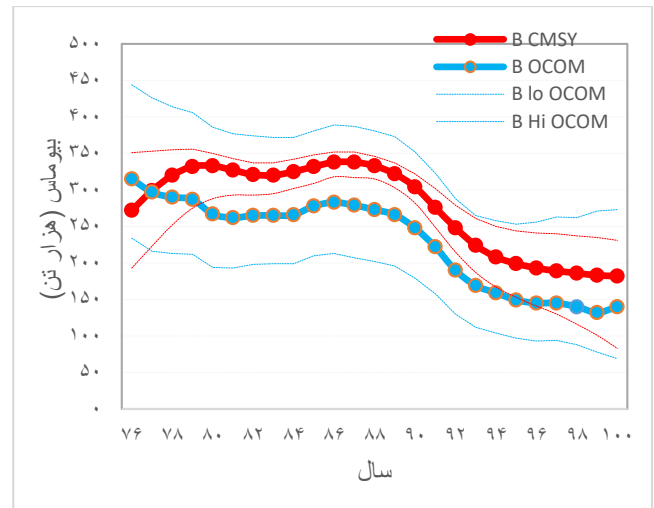
جدول ۱ مقایسه شاخص‌های مختلف سه مدل ZBRT و OCOM، CMSY برای ماهی هور در آبهای جنوب کشور (خلیج فارس و دریای عمان)

ZBRT میانگین (حداکثر - حداقل)	OCOM میانگین (حداکثر - حداقل)	CMSY میانگین (حداکثر - حداقل)	شاخص / روش
-	۳۱۶ (۲۳۰-۴۵۹)	۳۸۹ (۲۴۸-۳۰۶)	ظرفیت حمل (K) به هزار تن
-	۱۴۰ (۶۹-۲۷۳)	۱۸۲ (۸۳-۲۳۲)	بیوماس (B) به هزار تن
-	۵۸ (۵۳-۶۲)	۵۵ (۴۳-۶۹)	حداکثر محصول پایدار (MSY) به هزار تن
-	۱۵۸ (۱۱۵-۲۳۰)	۱۹۴ (۱۲۴-۳۰۴)	بیوماس حداکثر محصول پایدار (B <sub>MSY</sub> ) به هزار تن
(۰/۱۵-۱/۵) ۰/۹۸	۰/۹۲ (۰/۴۲-۱/۴۷)	۰/۹۴ (۰/۴۲-۱/۱۹)	بیوماس به بیوماس حداکثر محصول پایدار (B/B <sub>MSY</sub> )
-	۰/۹۸ (۰/۵-۲/۰۱)	۱ (۰/۷۸-۲/۰۲)	مرگ و میر صیادی به مرگ و میر حداکثر محصول پایدار (F/F <sub>MSY</sub> )
(۰/۰۷-۰/۷۴) ۰/۴۹	۰/۴۸ (۰/۳۷-۰/۵۸)	۰/۴۶ (۰/۲۱-۰/۵۹)	نسبت بیوماس به ظرفیت حمل یا اشباعیت (S = B/K = ۰/۵ × B/B <sub>MSY</sub> )

مدل سازی از روند تغییرات ماهی هور در آبهای جنوب کشور :  
مدل سازی خطی پیش بینی روند صید بر اساس میانگین متحرک ذخیره ماهی هور در آبهای جنوبی کشور روند افزایشی را نشان می‌دهد و در آینده نزدیک بالای ۱۰۰ تن خواهد رسید و معادله خطی پیش بینی به صورت  $Y(\text{catch}) = 1972(\text{Year}) + 1897$  به دست آمد و میزان میانگین مطلق درصد خطا (MAPE) این مدل حدود ۰/۱۸ به دست آمد. بایستی این نکته ذکر گردد هنگامی که عدم قطعیت میزان داده‌های صید بالا باشد، خروجی این مدل ها می‌تواند گمراه کننده بوده (به‌عنوان یک مرحله موقت در نظر گرفته می‌شوند) و باید با داده های دیگری چون ترکیب سنی و طولی مقایسه شود [۶] و معمولاً ترکیب داده‌های سری زمانی صید با داده های طولی و سنی می‌تواند نتایج بهتری و با خطا کمتری به همراه داشته باشد [۴۰-۴۱].

#### ۴. نتیجه گیری:

میانگین صید (Ct) این گونه برای این دوره مورد مطالعه صورت معنی داری طی دوره مورد مطالعه افزایش یافته است. میانگین نقاط مرجع مثل ظرفیت حمل (K)، بیوماس فعلی یا موجود (B)، حداکثر محصول پایدار (MSY)، بیوماس حداکثر محصول پایدار (B<sub>MSY</sub>) بر اساس مدل صید- محصول حداکثر پایدار (CMSY)، مدل صید بهینه شده (OCOM)، مدل درخت رگرسیونی تقویت شده ژو (ZBRT) برآورد شد و بوسیله آزمون های آماری تفاوت معنی داری را نشان نداد ( $P > 0.05$ ). در حالت کلی مدل OCOM میزان ظرفیت حمل (K) و بیوماس (B)، بیوماس حداکثر محصول پایدار (B<sub>MSY</sub>) کمتری نسبت به مدل CMSY محاسبه کرده و دارای رویکرد محافظه کارانه تری است. مدل سازی خطی پیش بینی روند صید بر اساس میانگین متحرک ذخیره ماهی هور در آبهای جنوبی کشور روند افزایشی را نشان می‌دهد. این تحقیق نشان می‌دهد که میزان برداشت سالانه از ذخیره



شکل ۴ روند تغییرات بیوماس در مدل OCOM، CMSY و پیش بینی صید ماهی هور همراه با حدود اطمینان آنها در آبهای جنوب کشور (خلیج فارس و دریای عمان)

با توجه به نتایج این تحقیق می‌تواند بیان نمود برآوردهای شاخص‌های (K, B, B<sub>MSY</sub>, MSY) مدل CMSY و مدل OCOM تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند (شکل ۵). مطالعات متعددی بر عدم وجود تفاوت معنی دار بین برآوردهای مدل CMSY و مدل OCOM وجود داشته و برخی از آنها تشابه ۹۰٪ این دو مدل را گزارش نموده‌اند [۲۱]. یکی از مهم‌ترین دلایل این امر تشابه فرضیات این مدل ها می‌باشد [۲۱]. در حالت کلی مدل OCOM میزان ظرفیت حمل (K) و بیوماس (B)، بیوماس حداکثر محصول پایدار (B<sub>MSY</sub>) کمتری نسبت به مدل CMSY محاسبه کرده و دارای رویکرد محافظه کارانه تری است. همچنین شاخص بیوماس به بیوماس حداکثر محصول پایدار (B/B<sub>MSY</sub>) را معمولاً کمتر از سایر روش ها محاسبه کرده و با توجه به رویکرد احتیاطی این مدل است. در سایر مطالعات هم از برتری مدل OCOM به علت کمتر بودن خطای آن نسبت به سایر روش‌ها با رویکرد داده‌های محدوده حکایت دارد [۶]. همچنین در حال حاضر کمیسیون تون ماهیان اقیانوس هند (IOTC) از مدل OCOM برای ارزیابی ذخایر تون ماهیان از جمله ماهی هور استفاده می‌نماید [۶-۳۹].

[5] Ovando, D.; Free, CM.; Jensen, OP. & Hilborn, R., 2022, A history and evaluation of catch-only stock assessment models. *Fish and Fisheries*, 2022; 23, 616–630. [https://DOI.org/10.1111/faf.12637](https://doi.org/10.1111/faf.12637).

[6] Free, CM.; Jensen, OP.; Anderson, S.; Gutierrez, NL.; Kleisner, K.; Longo, C.; Minto, C.; ChatoOsio, G. & Walsh, J., 2020, Blood from a stone: Performance of catch-only methods in estimating stock biomass status. *Fisheries Research*. 2020; 223, 1–10. doi: [https://DOI.org/10.1016/j.fishres.2019.105452](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2019.105452).

[7] Froese, R. & Pauly, D., 2018, FishBase World Wide Web electronic publication <http://www.fishbase.org>; 2018. (26,05.2018).

[8] Rosenberg, AA.; Fogarty, MJ.; Cooper, AB.; Dickey-Collas, M.; Fulton, EA.; Gutiérrez, NL.; Hyde, KJW.; Kleisner, KM.; Kristiansen, T.; Longo, C.; Minto-Vera, C.; Minto, C.; Mosqueira, I.; Chato Osio, G.; Ovando, D.; Selig, ER.; Thorson, JT. & Ye, Y., 2014, Developing new approaches to global stock status assessment and fishery production potential of the seas. *FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1086*. Rome, FAO. 2014; 175 pp.

[9] Taghvimotoagh, S A.; AK hundi, M. & Shiraei, AS., 2006, Analysis of fishing trend and potential based on statistics and catch data in Persian Gulf and Oman waters. *Journal of Fisheries Science of Iran, Journal of Fisheries Research*, 2006; 15(3): 45-35. (Persian).

[10] Collette, BB. & Nauen, CE, 1983, *FAO species catalogue. Vol. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tuna, mackerel's bonitos and related species known to date.* FAO Fish.Synop., 1983; 2(125):137 p.

[11] Griffiths, S.; Pepperell, J.; Tonks, M.; Sawynok, W.; Olyott, L.; Tickell, S.; Zischke, M.; Lynne, J.; Burgess, J.; Jones, E.; Joyner, D.; Makepeace, C. & Moyle, K, 2010, *Biology, fisheries and status of longtail tuna (Thunnus tonggol), with special reference to recreational fisheries in Australian waters.* FRDC Final Report 2008/058. 2010; 101 pp.

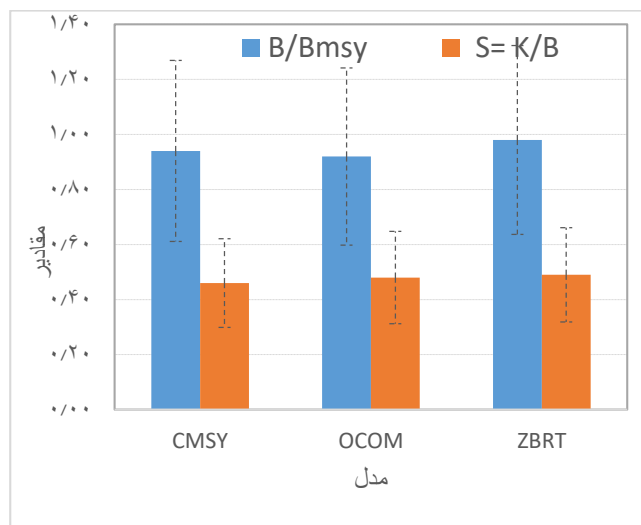
[12] IOTC., 2020, Report of the 10th Session of the IOTC Working Party on Neritic Tunas. IOTC–2020–WPNT10–R[E]. 2020; 73 P.

[13] Iran Fisheries Organization (IFO), 2022, Department of Statistics; *Fishery Statistics Yearbook*. 2022; 25 p. (Persian).

[14] Wilson, MA., 1981, *The biology, ecology and exploitation of longtail tuna, Thunnus tonggol (Bleeker) in Oceania.* Macquarie University, New South Wales. 1981; p. 195.

[15] Silas, E.G.; Pillai, P.P.; Srinath, M.; Jayaprakash, A.; MuthiahBalan, V.; Yohannan, M.; Siraimetan, P.; Mohan, M.; Livingston, P.; Kunhikoya, K K.; Pillai, A. & Sarma, P. S. S., 1986, Population dynamics of tunas: stock assessment. *Bulletin of the*

این گونه بر اساس شاخص‌های محاسباتی به حداکثر میزان خود رسیده و افزایشی صیدی برای این گونه پیشنهاد نمی‌گردد.



شکل ۵ تغییرات  $B/K$  و  $B/B_{MSY}$  مدل‌های مختلف محاسباتی ماهی هوور در آبهای جنوب کشور (خلیج فارس و دریای عمان)

## تعارض منافع

این مقاله بر اساس «تعارض حرفه‌ای و مالکیت فکری: ارتقای سازمانی و نظریات تخصصی شخصی اینجانب به‌عنوان نویسنده مسئول گردآوری شده است.»

یا «هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

## References

- [1] FAO., 2018, *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals*. Rome. Licenses: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 2018; 227 P.
- [2] Ganga, U. & Pillai, N., 2000, Field identification of scombrids from indian sea. Ln.Pillai,N.G.K., Menon,N.G., Pillai,P.P and Ganga,U.(Eds.) *Management Scombrids Fisheries*. Central Marine Fishery Research Institute, Kochine. 2000; 1-13P.
- [3] Costello, C.; Ovando, D.; Hilborn, R.; Gaines, SD.; Deschenes, O. & Lester, SE., 2012, Status and solutions for the world's unassessed fisheries. *Science*, 2012; 338: 517–520. DOI: 10.1126/science.1223389.
- [4] Kokkalis, A.; Eikeset, AM.; Thygesen, UH.; Steingrund, P. & Andersen, KH., 2016, Estimating uncertainty of data limited stock assessments. *ICES Journal of Marine Science*, 2016; DOI:10.1093/icesjms/fsw145.



- [26] Zhou, S.; Chen, Z.; Dichmont, CM.; Ellis, AN.; Haddon, M.; Punt, AE.; Smith, ADM.; Smith, DC. & Ye, Y., 2016, Catch-based methods for data-poor fisheries. Report to FAO. CSIRO, Brisbane, Australia. 2016; 74 P. <https://doi.org/10.4225/08/58e53ed6d2bc1>.
- [27] Froese, R. & Pauly, D, 2022, FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version. (10/2022), accessed at [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) in November/December 2022.
- [28] Martell, S. & Froese, R., 2013, A simple method for estimating MSY from catch and resilience. *Fish and Fisheries*. 2013; 14 (4): 504–514. [https:// DOI.org/10.1111/j.1467-2979.2012.00485.x](https://DOI.org/10.1111/j.1467-2979.2012.00485.x).
- [29] Froese R.; Zeller, D.; Kleisner, K. & Pauly, D, 2012, What catch data can tell us about the status of global fisheries. *Marine Biology*. 2012; 159, 1283–1292. DOI: 10.1007/s00227-012-1909-6
- [30] Froese, R.; Demirel, N. & Sampang, A., 2015, An overall indicator for the good environmental status of marine waters based on commercially exploited species. *Marine Policy*. 2015; 51, 230–237. <https://DOI.org/10.1016/j.marpol.2014.07.012>
- [31] Arrizabalaga, H.; Murua, M. & Majkowski, J., 2012, Global status of tuna stocks: summary sheets. *Revista de Investigación Marina, AZTI-Tecnalia*, 2012; 19(8): 645-676.
- [32] King, M.G., 2007, Fisheries biology assessment and management. Second edition published by Blackwell Publishing Ltd., ISBN. 978-1-4051-5831-2, 2007; 189-194 pp.
- [33] Anderson, SC.; Branch, TA.; Ricard, D. & Lotze, HK., 2012, Assessing global marine fishery status with a revised dynamic catch-based method and stock-assessment reference points. *Journal of Marine Science*, 2012; DOI:10.1093/icesjms/fss105.
- [34] Branch, TA.; Jensen, OP.; Ricard, D.; Ye Y. & Hilborn, R. 2011, Contrasting global trends in marine fishery status obtained from catches and from stock assessments. *Conservation Biology*, 2011; 25: 777–786. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2011.01687.x
- [35] Palomares, MLD. & Froese, R. 2017, Training on the use of CMSY for the assessment of fish stocks in data-poor environments. Workshop report submitted to the GIZ by Quantitative Aquatics, Inc. Q-atics Technical Report No. 2. Bay, Laguna, Philippines. 2017; 58 P.
- [36] 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*, 2022; 7, 184: 1-15. [https:// DOI.org.10.3390/fishes7040184](https://DOI.org.10.3390/fishes7040184).
- [37] Zhai, L.; Liang, C. & Pauly, D., 2020, Assessments of 16 Exploited Fish Stocks in Chinese Waters Using the CMSY and BSM Methods. *Front. Mar. Sci.* 2020; 7:483993. DOI: 10.3389/fmars.2020.483993.
- Centre for Marine Fisheries Research Institute, Cochin. 1986; 36, 20-27.
- [16] Prabhakar, A. & Dudley, RG., 1989, Age, growth and mortality rates of longtail tuna *Thunnus tonggol* (Bleeker) in Omani waters based on length data. Indo-Pacific Tuna Development and Management Programme IPTP/89/GEN. 1989; 16, 90-96.
- [17] Yesaki, M., 1994, A review of biology and fisheries for longtail tuna (*Thunnus tonggol*) in the pacific region, FAO, Rome, ITALY. 1994; 439P.
- [18] Yasemi, M.; Bajgan, AN. & Parsa, M., 2017, Determining the growth and mortality parameters of longtail tuna (*Thunnus tonggol* Bleeker, 1851) using length frequency data in coastal waters of the northern Persian Gulf and Oman Sea, Iran. *Int. Aquat. Res.* 2017; DOI 10.1007/s40071-017-0170-5.
- [19] Darvishi, M.; Paighambari, SY.; Ghorbani, AR. & Kaymaram, F., 2018, Population assessment and yield per recruit of long tail tuna (*Thunnus tonggol*) in northern of the Persian Gulf and Oman Sea Sea (Iran, Hormozgan Province). *Iranian Journal of Fisheries Science*. 2018; 17(4):776-789. DOI: 10.22092/ijfs.2018.116992. (Persian).
- [20] HaghiVayghan, A.; Hashemi, SAR. & Kaymaram, F., 2021, Estimation of fisheries reference points for Longtail tuna (*Thunnus tonggol*) in the Iranian southern waters (Persian Gulf and Oman Sea). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 2021; 20(3) 678-693. DOI: 10.22092/ijfs.2021.124038.
- [21] Froese R.; Demirel N.; Gianpaolo C.; Kleisner KM. & Winker H., 2016, Estimating fisheries reference points from catch and resilience. *Fish and Fisheries*. 2016; 18(3):506-526, DOI:10.1111/faf.12190.
- [22] Zhou, S.; Punt, AE.; Smith, ADM.; Ye, Y.; Haddon, M.; Dichmont, CM. & Smith, DC., 2017, An optimized catch-only assessment method for data poor fisheries. – *ICES Journal of Marine Science*. 2017; DOI:10.1093/icesjms/fsx226.
- [23] Hashemi, SA.; Erfani, A. & Rahimi, AH., 2022, Long tail tuna Population Characteristics in the waters of the Persian Gulf and the Oman Sea (Hormozgan Province). *Marine Fish journal*. 2022; 5 (1): 68-51 p. (Persian).
- [24] Zhou, S.; Punt, A.E. & Smith, A., 2018, An optimized catch-only assessment method for data poor fisheries. 2017. *ICES J. Mar.* 2018; 75, 964–976. [https:// DOI.org/10.1093/icesjms/fsx226](https://DOI.org/10.1093/icesjms/fsx226).
- [25] Karmaker, CL.; Halder, PK. & Sarker, E., 2017, A Study of Time Series Model for Predicting Jute Yarn Demand: Case Study. *Journal of Industrial Engineering*. 2017; Article ID 2061260, 8 pages. [https:// DOI.org/10.1155/2017/2061260](https://DOI.org/10.1155/2017/2061260).

Management in the East China Sea. *Front. Mar. Sci.* 2022; 9:939177. DOI: 10.3389/fmars.2022.939177.

[41] Thorson, JT. & Cope, JM., 2015, Catch curve stock-reduction analysis: an alternative solution to the catch equations. *Fish. Res.*

2015; 171, 33–41. <https://DOI.org/10.1016/j.fishres.2014.03.024>.

[38] Gabriel, WL. & Mace, MM., 1999, A Review of Biological Reference Points in the Context of the Precautionary Approach. 5th NMFS NSAW. NOAA Tech. Memo. NMFS-F/SPO-40. 1999; 35-45 P.

[39] IOTC., 2017, Assessment of Indian Ocean Narrow-barred Spanish Mackerel (*Scomberomorus Commerson*) Using Data Limited Catch-based Methods. 2017.

[40] Dai, L.; Hodgdon, CT.; Xu, L.; Gao, C.; Tian, S. & Chen, Y., 2022, Evaluating Catch-Only Methods to Inform Fisheries

## AUTHOR(S) BIOSKETCHES

**Hashemi, AH.**, Assistant Prof. Offshore Fisheries Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Chabahar, Iran.

✉ [Seyedahmad91@gmail.com](mailto:Seyedahmad91@gmail.com)

 0000-0001-5071-4149.

**Doustdar, M.**, Assistant Prof. Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran.

✉ [mastooreh.doustdar@gmail.com](mailto:mastooreh.doustdar@gmail.com)

 0000-0002-3901-6187

این قسمت توسط نشریه تکمیل می‌گردد:



## HOW TO CITE THIS ARTICLE

 <http://doi.org/10.52547/joc.14.55.8>

 <http://joc.inio.ac.ir/article-1-1764-fa.html>

 <https://orcid.org/0000-0001-5071-4149>



## COPYRIGHTS

©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.