شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱
صفحات ۴۷-۳۱

تخمین نقاط مرجع شیلاتی ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus* Bloch & Schneider, 1801) با استفاده از مدل صید-حداکثر محصول پایدار (CMSY) و مدل تولید مازاد بیزین (BSM) در آب‌های جنوبی ایران (خلیج فارس و دریای عمان)

علی حقی وایقان[1*]، مهرناز قنبرزاده[2]

۱. گروه اکولوژی و مدیریت ذخایر آبزیان، پژوهشکده آرتمیا و آبزی پروری، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
۲. گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

تاریخ ارسال: ۱۳۹۹/۱۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۰۳

چکیده

ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus* Bloch and Schneider, 1801) از مهم‌ترین ماهیان تجاری خانواده تون ماهیان در آب‌های جنوبی ایران است که نقش مهمی در برنامه غذایی انسانی دارد. میزان صید این گونه طی سال‌های اخیر افزایش یافته است و با توجه به اینکه داده‌های محدودی در مورد ذخیره آن در آب‌های جنوبی در دسترس است، امکان استفاده از مدل‌های برمبنای داده‌های تکمیلی برای ارزیابی ذخایر آن وجود ندارد. در مطالعه حاضر، مدل صید-حداکثر محصول پایدار (CMSY) و مدل تولید مازاد بیزین (BSM) جهت تعیین بهره‌برداری پایدار و نقاط مرجع شیلاتی ماهی قباد صید شده در آب‌های جنوبی بکار گرفته شد. داده‌های مربوط به ۲۳ سال گذشته از سال‌های ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۸ جمع‌آوری و برای محاسبه نقاط مرجع شیلاتی وارد مدل شدند. با توجه به نتایج به نظر می‌رسد که مدل BSM با حساسیت کمتری تخمین‌ها را اعمال می‌نماید. مقدار محاسبه شده برای شاخص B/B_{MSY} توسط مدل CMSY بیشتر از ۱/۰ و مقدار شاخص F/F_{MSY} کمتر از ۱/۰ تخمین زده شد که بیانگر عدم صید بی‌رویه و وضعیت مناسب ذخیره این گونه در آب‌های جنوبی ایران است. با اعمال مدل پیش‌بینی، روند افزایش صید در سال ۱۴۱۲ پیش‌بینی گردید. در صورت تداوم این روند میزان شاخص B/B_{MSY} به زیر ۱/۰ نزول خواهد کرد و شاخص F/F_{MSY} به حدود ۱/۹۹ افزایش خواهد یافت. در صورت عدم کاهش صید از سال ۱۴۰۷، شروع کاهش ذخیره در سال‌های بعد از ۱۴۰۹ اتفاق خواهد افتاد و ذخیره را در معرض صید بی‌رویه قرار خواهد داد. براساس نقاط مرجع شیلاتی بدست آمده مقدار حداکثر محصول قابل برداشت (MSY) ۹ هزار تن تخمین زده شد و این مقدار برای سال ۱۴۱۲، ۱۵ هزار تن پیش‌بینی شد. در مجموع، نقاط مرجع شیلاتی تخمین زده‌شده در این مطالعه می‌تواند کمک مؤثری در جهت شناخت وضعیت ذخایر ماهی قباد در آب‌های جنوبی ایران باشد و تأثیرات حاصل از بکارگیری سیاست‌های مدیریتی روی ذخایر آن را آشکار نماید که در نهایت می‌توان جهت بهره‌برداری صحیح از ذخایر آن در منطقه، برنامه‌های مدیریتی سازگار با ذخایر را تدوین نمود.

واژگان کلیدی: ماهی قباد، نقاط مرجع شیلاتی، مدل صید-حداکثر محصول پایدار، مدل تولید مازاد بیزین، مدیریت صید، خلیج فارس و دریای عمان

* نویسنده مسئول: علی حقی وایقان
Email: a.haghi@urmia.ac.ir

Journal of Fisheries
Vol. 75, No. 1, Spring 2022
pp. 31-47

Estimation of Fisheries Reference Points for (*Scomberomorus guttatus* Bloch & Schneider, 1801) Using the Catch-Maximum Sustainable Yield (CMSY) and the Bayesian Surplus Production (BSM) Models in the Southern Waters of Iran (Persian Gulf and Oman Sea)

Ali Haghi Vayghan[1*], Mehrnaz Ghanbarzadeh[2]

1. Department of Ecology and Aquatic stocks management, Artemia and Aquaculture Research Institute, Urmia University, P.O. Box: 57179-44514, Urmia, Iran.
2. Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, P.O. Box: 3995, Bandar Abbas, Iran.

Received: 02-Mar-2021 **Accepted: 25-May-2021**

Abstract

Scomberomorus guttatus (Bloch and Schneider, 1801) is one of the most important commercial fish of the Scombridae in the southern waters of Iran, which plays an important role in the human diet. The catch of this species has increased in recent years, and due to the limited data available on its stock in southern waters, it is not possible to use models based on complementary data to assess its stock. In the present study, the catch-maximum sustainable yield (CMSY) and the Bayesian surplus production (BSM) models were used to determine the sustainable exploitation and fisheries reference points of *Scomberomorus guttatus* caught in the southern waters. Data related to the last 23 years from 1997 to 2019 were collected and entered into the model to calculate fisheries reference points. According to the results, it seems that the BSM model applies the estimates with less sensitivity. The calculated value for B/B_{MSY} by the CMSY model was estimated to be more than 1.0 and the value of F/F_{MSY} was less than 1.0, which indicates the healthy stock status of this species in the southern waters of Iran. By applying the forecasting model, the increasing trend of fishing was predicted in 2033. If this trend continues, the value of B/B_{MSY} will fall below 1.0 and the value of F/F_{MSY} will increase to about 1.99. If the catch is not reduced from 2028, the stock will start to decrease in the years after 2030 and will be overfished. Based on the obtained fisheries reference points, the maximum sustainable yield (MSY) was estimated as 9,000 tons, and this amount was predicted to be 15,000 tons in 2033. In general, the estimated fisheries reference points in this study can be an effective aid in understanding the status of *Scomberomorus guttatus* stock in the southern waters of Iran and reveal the effects of the application of management policies on its stocks, which can ultimately develop compatible management plans for proper exploitation of its stocks in the region.

Keywords: *Scomberomorus guttatus*, Fisheries Reference Points, Catch-Maximum Sustainable Yield model, Bayesian Surplus Production model, Fisheries Management, Persian Gulf and Oman Sea

Corresponding author: Ali Haghi Vayghan Email: a.haghi@urmia.ac.ir

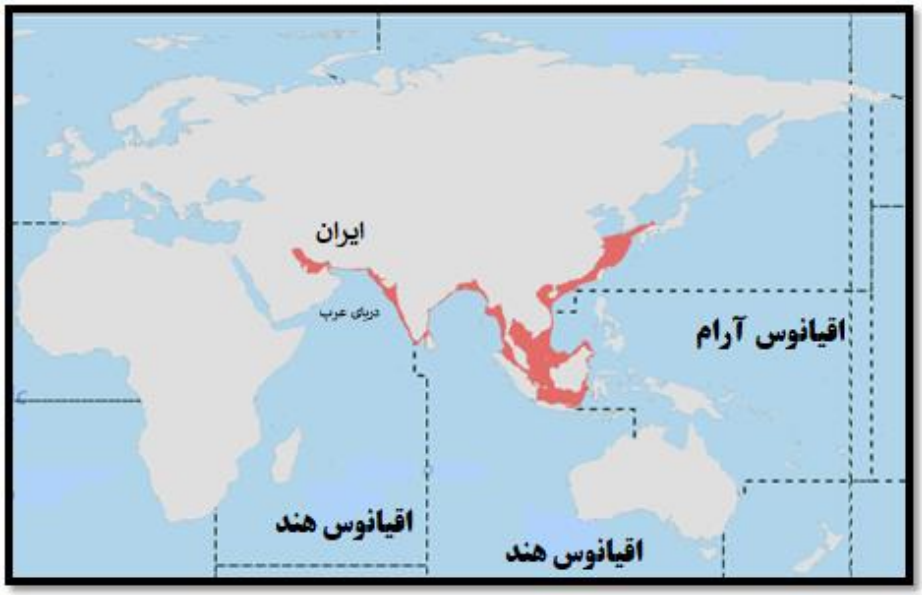
۱. مقدمه

صید آبزیان یکی از منابع مهم تأمین غذا و اشتغال بسیاری از افراد ساکن در مناطق ساحلی است. گسترش ارتباطات، توسعه راه‌های ارتباطی و افزایش آگاهی مردم نسبت به اهمیت آبزیان در رژیم غذایی، تقاضا جهت مصرف آن‌ها را افزایش داده است و توجه و رویکرد به دریاها و اصرار بر صید و بهره‌برداری بیشتر، مشکلات را برای مسئولین و ضرورت حفاظت منابع آبزیان را افزایش داده است (Safikhani *et al.*, 2009). به واسطه وجود خلیج فارس و دریای عمان در مرز جنوبی کشور و شرایط زیست‌محیطی مناسب، این مناطق آبی، محیط زیست گونه‌های متعددی از آبزیان اند. گونه‌های مختلفی از آبزیان کفزی، نزدیک به کف، صخره‌ای و جزایر مرجانی و سطح‌زیان مهاجر در خلیج فارس و دریای عمان دیده می‌شوند (Niamaimandi, 1999). در میان ماهیان سطح‌زی مهاجر، خانواده تون ماهیان (Scombridae) دارای اهمیت بسیار بالایی در زمینه‌های غذایی، صنعتی، تجاری و ارزآوری هستند. ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) علاوه بر اهمیت بوم‌شناختی، یکی از مهم‌ترین و باارزش‌ترین ماهیان تجاری و خوراکی محسوب می‌شود و نقش مهمی در برنامه غذایی انسانی دارد (Sadeghi, 2001). این گونه، نوعی گونه مهاجر پلاژیک-نرتیک است و در آب‌های ساحلی تمیز در اعماق ۲۰۰-۱۵ متر زندگی می‌کند و دارای مهاجرت‌های بین اقیانوسی است و برخی مواقع وارد آب‌های گل‌آلود مصب‌ها نیز می‌شود. ماهی قباد عموماً در دسته‌های کوچک یافت می‌شود و در طول سواحل قاره هند و غرب اقیانوس آرام از خلیج واکاسا، دریای ژاپن و هنگ‌کنگ در جنوب تا خلیج تایلند و غرب تا خلیج فارس که بین شبه جزیره عربستان و ایران قرار دارد، پراکنده است (شکل ۱، Collette, 2001)، اما در کناره‌های ایرانی خلیج فارس حضور بیشتری دارد و بیشتر دیده می‌شود (Collette *et al.*, 2015).

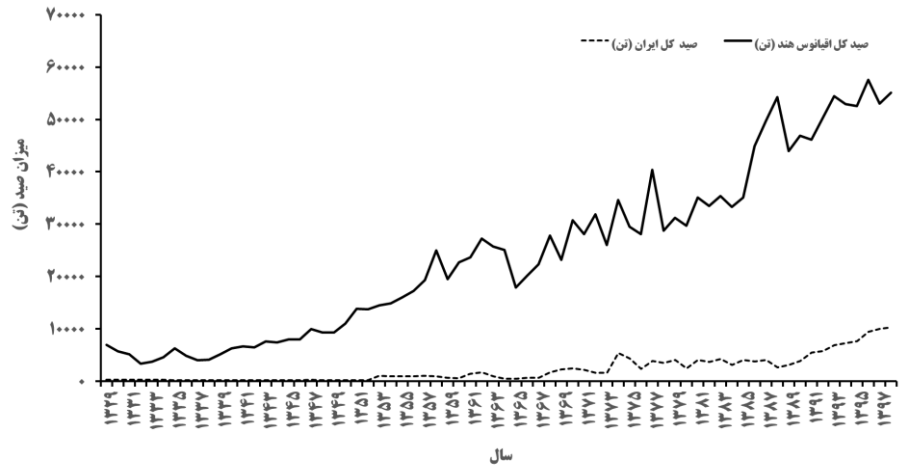
ابزار اصلی صید ماهی قباد در اقیانوس هند تورهای گوشگیر است (۶۵/۴درصد کل صیدی که به ساحل آورده می‌شود). علاوه بر تورهای گوشگیر، ابزارهای صید دیگری نیز برای صید گونه قباد استفاده می‌شود که شامل قلاب‌های دستی، رشته قلاب‌های کششی (مجموعاً ۷/۹درصد)، تورهای ترال (۱۹/۳درصد)، تورهای گردان پیاله‌ای (۲/۶درصد)، رشته قلاب‌های طویل (۰/۲درصد)، پره‌های دانمارکی، پره‌های ساحلی، تورهای بالابر (liftnet) و تله‌ها (مجموعاً ۴/۶درصد) است. میزان صید این گونه در اقیانوس هند در مقایسه با دیگر گونه‌های نرتیک کمتر است و هفت کشور شامل هند (دارای سهم ۳۴درصد از کل صید این گونه)، اندونزی (۳۲درصد)، ایران (۱۱درصد)، میانمار (۹درصد)، پاکستان (۴درصد)، مالزی (۳/۸درصد) و بنگلادش (۳درصد) دارای سهم عمده‌ای در کل صید این گونه‌اند (IOTC Secretariat, 2015). شکل ۲، مقایسه‌ای از میزان صید این گونه در آب‌های جنوبی ایران و اقیانوس هند را نشان می‌دهد.

بیشترین میزان صید از این گونه در آب‌های جنوبی ایران توسط شناورهای صیادی سنتی (خرد) (عمدتاً توسط تورهای گوشگیر) انجام می‌شود که عمدتاً از چشمه‌های ۹ سانتی‌متری این تورها برای صید این گونه استفاده می‌گردد (Niamaimandi *et al.*, 2015). علاوه بر این، این گونه توسط ابزارهای صید دیگر شامل تورهای ترال و به میزان کمتری توسط تورهای پره ساحلی و تورهای مشتا نیز صید می‌شود (IFO, 2019). متوسط صید این گونه از سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۸ در آب‌های جنوبی ایران ۵۱۲۳ تن بوده است که میزان کمی از کل صید ماهیان دریایی را در آب‌های ساحلی خلیج فارس و دریای عمان به خود اختصاص داده است. علیرغم این موضوع، گونه قباد نیز مانند سایر گونه‌های تون ماهیان نریتیک، به عنوان یک گونه باارزش از نظر تجاری و مصرف خوراکی در آب‌های جنوبی ایران در نظر گرفته می‌شود و توسط صیادی‌هایی با دسترسی آزاد بدون هیچ گونه کنترل ورودی یا خروجی، بهره‌برداری می‌گردد. بطوریکه، میزان صید آن طی سال‌های اخیر افزایش یافته است و از ۲۳۰۰ تن در سال ۱۳۷۶ به ۱۰۳۳۹ تن در سال ۱۳۹۸، رسیده است (IFO, 2019). برای بهره‌برداری پایدار و بهینه از

ذخایر این گونه، علاوه بر داشتن اطلاعات کافی از شاخص‌های زیستی و تاریخچه زندگی، نیاز به بررسی و تحلیل دقیق و مناسب و انجام مدل‌سازی‌های متناسب است که این موارد، به تعیین اثرات صید بر جمعیت آن و نیز آگاه کردن مدیران برای تدوین برنامه‌ها و سیاست‌های مدیریتی سازگار جهت برداشت پایدار از ذخایر این گونه کمک خواهد نمود (Ghanbarzadeh *et al.*, 2021). مطالعات متعددی در خصوص مدیریت اکوسیستم محور شیلاتی و تأثیر عوامل محیطی بر صید گونه‌های مختلف تون ماهیان در جهان (Lee *et al.*, 2021; Mondal *et al.*, 2020; Vayghan *et al.*, 2020; Lan *et al.*, 2018 و ایران (Haghi Vayghan *et al.*, 2020; Haghy Vayghan, 2021; Haghi Vayghan *et al.*, 2018; Haghi Vayghan *et al.*, 2017) صورت پذیرفته است. از سوی دیگر، مطالعات در زمینه‌های مختلف برای ماهی قباد از جمله خصوصیات زیست‌شناختی، پویایی جمعیت و ارزیابی ذخایر در سراسر دنیا و آب‌های ایرانی خلیج فارس و دریای عمان بسیار محدود است و از مطالعاتی که در این زمینه‌ها روی این گونه صورت گرفته است می‌توان به مطالعه Hosseini و همکاران (۲۰۱۷) در ارتباط با انتخاب‌پذیری تورهای گوشگیر شناور برای این گونه با استفاده از اندازه‌گیری ابعاد این تورها در شمال خلیج فارس و مطالعه Anulekshmi و همکاران (۲۰۱۸) برای تعیین ویژگی‌های زیست‌شناختی این گونه شامل تولیدمثل و تغذیه در شمال شرقی دریای عرب اشاره کرد. از این رو، و با توجه به اینکه تاکنون هیچ مطالعه‌ای برای ارزیابی و تعیین وضعیت ذخایر این گونه در آب‌های ایرانی خلیج فارس و دریای عمان صورت نگرفته است، و با توجه به اینکه داده‌های بسیار محدودی در مورد ذخیره ماهی قباد در آب‌های جنوبی ایران در دسترس است و امکان استفاده از مدل‌های پیچیده برای ارزیابی ذخایر این گونه وجود ندارد، بنابراین به منظور دستیابی به پاسخ‌های مناسب در خصوص وضعیت کنونی و پیش‌بینی جمعیت آینده این ذخیره، مطالعه حاضر با استفاده از مدل صید-حداکثر محصول پایدار (CMSY) و مدل تولید مازاد بیزین (BSM) (که برای ارزیابی ذخایری که اطلاعات محدودی در مورد آن‌ها وجود دارد مناسب هستند)، جهت تعیین بهره‌برداری پایدار و نقاط مرجع مدیریتی شیلاتی ماهی قباد صید شده در آب‌های جنوبی ایران انجام شد.



شکل ۱- نقشه پراکنش جهانی ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) (http://www.FAO.org).

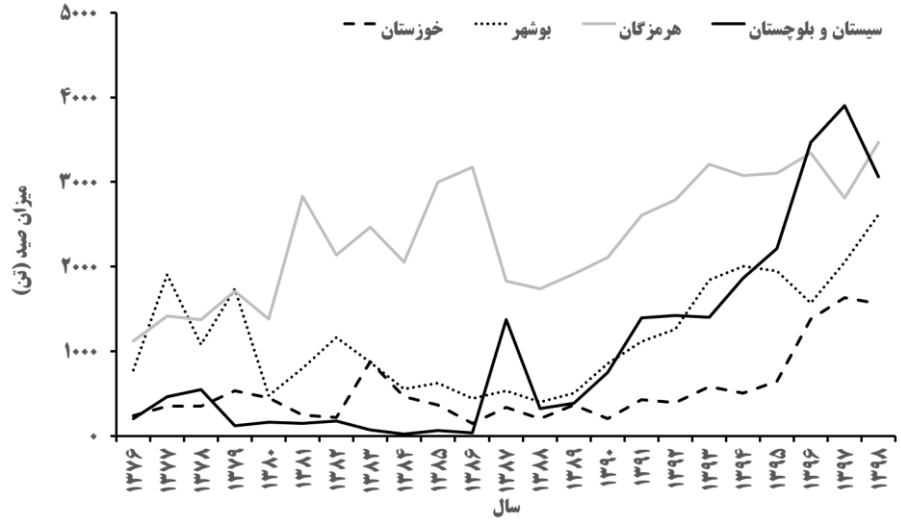


شکل ۲- نمودار مقایسه‌ای از میزان صید ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) در آب‌های جنوبی ایران و اقیانوس هند.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. بررسی منطقه مورد مطالعه و نحوه جمع‌آوری داده‌های شیلاتی

منطقه مورد مطالعه شامل استان‌های ساحلی مهم جنوب ایران (خوزستان، بوشهر، هرمزگان و سیستان بلوچستان) بود که در شمال خلیج فارس و دریای عمان قرار گرفته‌اند. داده‌های صید مربوط به ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) از گزارش‌های دریایی روزانه مربوط به شناورهای صیادی تورهای گوشگیر شناور (با استفاده از قایق‌های فایبرگلاس کلاس اندازه ۱۱-۷ متر و لنج‌های چوبی کلاس اندازه ۲۳-۱۵ متر) در آب‌های جنوبی ایران که توسط سازمان شیلات ایران تهیه شده بود، جمع‌آوری گردید. داده‌های صید مربوط به ۲۳ سال گذشته از سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۸ جمع‌آوری و برای محاسبه نقاط مرجع شیلاتی این گونه، وارد مدل شدند (شکل ۳).



شکل ۳- نمودار داده‌های مربوط به صید ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) در آب‌های جنوبی ایران طی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۸.

۲.۲. توسعه مدل و تجزیه و تحلیل داده‌ها

روش‌های ارزیابی ذخایر آبزیان که تنها بر مبنای داده‌های صید محاسبه می‌شوند، بطور گسترده‌ای در ذخایری که اطلاعات محدودی وجود دارد و یا تنها سری‌های زمانی صیدهای ثبت شده برای آن‌ها موجود است، استفاده شده‌اند (Froese *et al.*, 2017; Zhou *et al.*, 2019). یکی از روش‌هایی که امروزه بطور چشم‌گیری مورد استفاده قرار می گیرد، روش صید-حداکثر محصول پایدار (CMSY) (Martell and Froese, 2013; Froese *et al.*, 2017) است که در مقایسه با دیگر روش‌ها، تلاش می‌کند تا سری‌های زمانی زیست‌توده، مرگ و میر صیادی و دو نقطه مرجع شیلاتی مربوطه یعنی زیست‌توده حداکثر محصول پایدار (B_{MSY}) و مرگ و میر صیادی حداکثر محصول پایدار (F_{MSY}) را بر اساس تاریخچه صید تخمین بزند (Zhou *et al.*, 2019). برای تأیید نتایج بدست آمده از مدل صید-حداکثر محصول پایدار، پیش‌بینی‌های انجام شده توسط این روش با داده‌های شبیه‌سازی شده که مقادیر درست شاخص‌ها و داده‌های زیست‌توده در آن مشخص هستند، مقایسه می‌شوند. برای ارزیابی در مورد صیادی‌های دنیای واقعی، پیش‌بینی‌های روش صید-حداکثر محصول پایدار، با شاخص‌ها و تخمین‌های مربوط به فراوانی بدست آمده از ذخایری که بطور کامل یا تا حدودی ارزیابی شده‌اند (که برای آن‌ها علاوه بر داده‌های صید، داده‌های زیست‌توده یا صید به ازای واحد تلاش نیز موجود هستند)، مقایسه می‌شوند. برای این منظور، از مدل تولید مازاد بیزین (BSM) (Meyer and Millar, 1999; Millar and Meyer, 1999) که شاخص‌های میانگین نرخ رشد آنی (r)، ظرفیت حمل (k) و حداکثر محصول پایدار (MSY) را به کمک داده‌های صید و فراوانی پیش‌بینی می‌کند، استفاده شد. این دو روش بر اساس مدل تولید مازاد گراهام-شیفر طبق معادله ۱ محاسبه شده است، و به محدوده‌های اولیه r و k و دامنه‌های احتمالی اندازه ذخیره در سال‌های اول و آخر سری‌های زمانی وابسته هستند (Martell and Froese, 2013):

$$B_{y+1} = By + rBy\left(\frac{1-By}{k}\right)e^{s^1} - Cy_{e^{s^2}} \qquad (۱)$$

در معادله شماره ۱، B_{y+1} زیست‌توده بهره‌برداری شده در سال بعد $y+1$، By زیست‌توده جاری، Cy صید در سال y، r و k به ترتیب، میانگین نرخ رشد آنی جمعیت و ظرفیت حمل‌اند که مقادیر آن‌ها با استفاده از معادله کاهش (d) و اشباع ذخیره‌سازی (S) بشرح ذیل بدست آمد:

$$d = 1 - s \qquad (۲)$$

$$S = 1 - \frac{B_y}{K_y} \qquad (۳)$$

e^{s^1} و e^{s^2} به ترتیب، مربوط به خطای پردازش و خطای مشاهده هستند. در حقیقت روش تولید مازاد بیزین برای تخمین تغییرپذیری در پویایی‌های جمعیت (خطای پردازش) و اندازه‌گیری و نمونه‌برداری (خطای مشاهده) بکار برده شد.

شاخص‌های تخمین زده شده توسط دو مدل CMSY و BSM مرتبط با نقاط مرجع شیلاتی استاندارد، حداکثر محصول پایدار (MSY)، مرگ و میر صیادی حداکثر محصول پایدار (F_{MSY}) و زیست‌توده حداکثر محصول پایدار (B_{MSY}) هستند که برای محاسبه این شاخص‌ها از معادلات زیر استفاده شد (Zhou *et al.*, 2017):

$$MSY = \frac{rk}{4} \qquad (۴)$$

$$F_{msy} = \frac{r}{2} \qquad (۵)$$

$$B_{msy} = \frac{k}{2} \qquad (۶)$$

یک محدوده اولیه برای شاخص r بر اساس طبقه‌بندی انعطاف‌پذیر در سایت فیش‌بیس (Froese and Pauly, 2019) و پیشنهاد Martell و Froese (۲۰۱۳)، و با توجه به اینکه گونه قباد به عنوان گونه‌ای با انعطاف‌پذیری متوسط در نظر گرفته می‌شود، بصورت ۰/۸ - ۰/۲ تنظیم گردید.

تخمین فراوانی برای ذخایری که دارای داده‌های محدود هستند، به کمک ضریب قابلیت صید (q) در معادله ۷ که به کمک آن مدل شیفر برای تبدیل صید به ازای واحد تلاش به زیست‌توده استفاده شد، امکان‌پذیر است:

$$CPUE_y = qB_y \quad (۷)$$

که $CPUE_y$ و B_y به ترتیب میانگین صید به ازای واحد تلاش و زیست‌توده در سال y هستند و q ضریب قابلیت صید است.

پویایی فراوانی به عنوان CPUE به کمک معادله ۸ بیان شد:

$$CPUE_{y+1} = CPUE_y + r\left(1 - \frac{CPUE_t}{qk}\right)CPUE_t - qC_t \quad (۸)$$

که متغیرها و پارامترها در معادلات ۱ و ۷ تعریف شده‌اند و مقادیر اولیه q از معادله ۹ استخراج شد:

$$Y = rB(1 - {}^{B}/_{k}) \quad (۹)$$

که Y ثابت محصول برای B است، و سایر شاخص‌ها هم در معادله ۱ تعریف شده‌اند.

برای ارزیابی سطح بهره‌برداری و وضعیت ذخیره، زیست‌توده نسبی تخمین زده‌شده در سال آخر (B/B_{MSY}) به کمک روش‌های CMSY و BSM، استفاده شد (جدول ۱، Palomares *et al.*, 2018).

در نهایت، بر اساس میزان نرخ صید طی ۵ سال اخیر (با توجه به اینکه داده‌های ۵ سال اخیر بیشتر قابل استناد می‌باشد) و با استفاده از تابع پیش‌بینی در اکسل (FORECAST)، میزان صید گونه قباد در آب‌های جنوبی ایران تا سال ۱۴۱۲ تخمین زده شد.

۲.۳. تجزیه و تحلیل‌های آماری

تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از پکیج Catch-MSY نرم‌افزار R در محیط R studio (نسخه ۴۴۶-۱-۱) انجام شد، هم‌چنین از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۶) برای تجزیه و تحلیل‌های بیشتر استفاده گردید. سطح معناداری و فاصله اطمینان به ترتیب ۰/۰۵ و ۹۵درصد در نظر گرفته شد.

جدول ۱- طبقه‌بندی وضعیت ذخیره بر اساس مقادیر B/B_{MSY} ذخیره تحت ارزیابی (Palomares *et al.*, 2018).

وضعیت ذخیره	B/B_{MSY}
سالم و در سلامت (Healthy)	≥ ۱/۰
بیش از حد بهره‌برداری شده (overfished)	۰/۵ – ۱/۰
خیلی شدید بهره‌برداری شده (strongly overfished)	۰/۲ – ۰/۵
فرو ریخته (سقوط کرده) (Collapse)	۰,۰ – ۰/۲

۳. نتایج

شاخص‌های اصلی نقاط مرجع شیلاتی ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*)، بر اساس مدل صید-حداکثر محصول پایدار (CMSY) برای هر کدام از استان‌های جنوبی تخمین زده شد که نتایج آن در جدول ۲ آمده است. مقدار شاخص B/B_{MSY} در مدل صید-حداکثر محصول پایدار در همه استان‌ها به جز استان هرمزگان بیشتر از ۱/۰ تخمین زده شد و این در حالی است که شاخص F/F_{MSY} برای همه استان‌ها به جز استان هرمزگان کمتر از ۱/۰ محاسبه شد که این موضوع بیانگر عدم صید بی‌رویه و وضعیت مناسب ذخیره این گونه در آب‌های جنوبی کشور می‌باشد (شکل ۴ الف و ب).

خروجی مدل صید-حداکثر محصول پایدار از کل صید پیش‌بینی شده در مقابل حداکثر محصول پایدار (MSY)، نشان‌دهنده روند افزایشی صید از سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۸

بود که این امر منجر به یک کاهش جزئی در زیســت‌توده از ســال‌های ۱۳۸۹ به بعد شــده اســت (شــکل ۴ ج). در صــورت تــداوم این روند و با اعمال مدل پیش‌بینی، روند افزایش صـید در سال ۱۴۱۲ پیش‌بینی گردید که در این صــورت، میزان شــاخص B/B_{MSY} در مدل صــید-حداکثر محصــول پایدار به زیر ۱/۰ نزول خواهد کرد، در حالیکه شــاخصF/F_{MSY} به حدود ۱/۹۹ افزایش خواهد یافت. در صــورت عدم کاهش صــید از ســال ۱۴۰۷، شــروع کاهش ذخیره در سال‌های بعد از ۱۴۰۹ اتفاق خواهد افتاد (شکل ۵ ج) که این امر ذخیره را به ســمت منطقه صــید بی‌رویه (Overfishing and overfished zone) هــدایــت خواهد نمود و در نتیجه ذخیره در وضــــعیت بهره‌برداری بیش از حد قرار خواهد گرفت ($B<B_{MSY}$ ؛$F>F_{MSY}$، شــکل ۵ الف و ب).

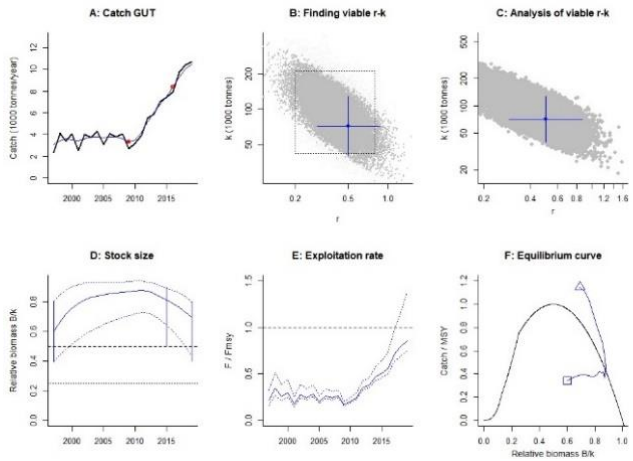
براســاس نقاط مرجع شــیلاتی بدســت آمده از مدل صید-حداکثر محصول پایدار، میزان حداکثر محصول قابل برداشــت در حدود ۹ هزار تن تخمین زده شــده اســت که این مقــدار برای ســـــال ۱۴۱۲ در حــدود ۱۵ هزار تن پیش‌بینی شده است (جدول ۳).

در این مطــالعه هم‌چنین با توجه به اینکه ســـری‌های زمــانی داده‌هــای فراوانی کافی و برای ســـال‌های طولانی (بیشتر از ۹ سال) در دسترس بود، مدل تولید مازاد بیزین (BSM) نیز اســتفاده و تخمین‌های بدســت آمده از آن با مدل صید-حداکثر محصول پایدار مقایسه شد (جدول ۳). با توجه به جدول ۳، به نظر می‌رســد که مدل تولید مازاد بیزین با حســاسیت کمتری تخمین‌ها را برای شاخص‌های ذخیره اعمال می‌نماید.

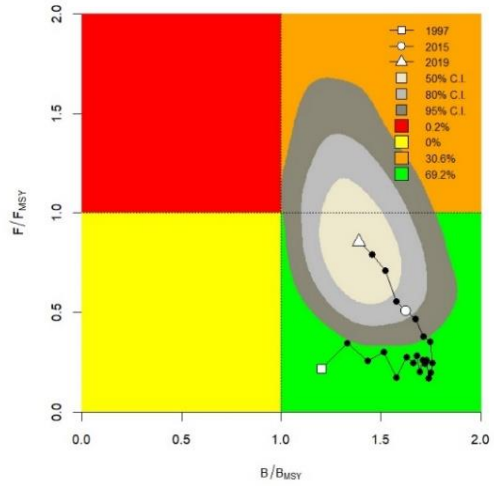
جدول ۲- مقادیر بدست آمده برای شاخص‌های نقاط مرجع شیلاتی ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) صید شده در آب‌های جنوبی ایران (خلیج فارس و دریای عمان)، به تفکیک استان‌ها، به کمک روش صید-حداکثر محصول پایدار (CMSY). (مقادیر موجود در پرانتز نشان دهنده صدک ۲/۵ و ۹۷/۵ است). شاخص‌ها بر اساس هزار تن‌اند.

شاخص	مجموع استان‌ها	سیستان و بلوچستان	هرمزگان	بوشهر	خوزستان
زیست‌توده (*B*)	۴۹/۶ (۳۰/۹- ۵۶/۸)	۱۵/۶ (۱۰- ۱۷/۸)	۷/۲۴ (۴/۰۸- ۱۱/۱)	۱۰/۹ (۶/۸- ۱۲/۴)	۶/۷ (۴/۴۲- ۷/۵۳)
حداکثر محصول پایدار (MSY)	۹/۱۱ (۵/۲۶- ۱۵/۵)	۲/۹۳ (۱/۶۷- ۴/۷۴)	۲/۴۱ (۱/۸۷- ۳/۳۴)	۲/۰۱ (۱/۱۷- ۳/۴)	۱/۲۲ (۰/۷۲۴- ۱/۸۱)
زیست‌توده حداکثر محصول پایدار (B_{MSY})	۳۵/۷ (۲۰/۱- ۶۳/۵)	۱۱/۲ (۶/۲۵- ۲۰)	۹/۷۵ (۶/۵۹- ۱۴/۴)	۷/۸۲ (۴/۳۷- ۱۴)	۴/۷۴ (۲/۷۳- ۸/۲۲)
مرگ و میر حداکثر محصول پایدار (F_{MSY})	۰/۲۵۲ (۰/۱۴۶- ۰/۴۳۶)	۰/۲۸۳ (۰/۲۰۴- ۰/۳۹۲)	۰/۲۵۶ (۰/۱۵۷- ۰/۴۱۷)	۰/۲۵۳ (۰/۱۴۷- ۰/۴۳۴)	۰/۲۵۳ (۰/۱۴۴- ۰/۴۴۵)
زیست‌توده به زیست‌توده حداکثر محصول پایدار (B/B_{MSY})	۱/۳۹ (۰/۸۶۶- ۱/۵۹)	۱/۳۴ (۰/۸۲۴- ۱/۵۹)	۰/۷۴۳ (۰/۴۱۹- ۱/۱۴)	۱/۳۹ (۰/۸۷- ۱/۵۹)	۱/۴۱ (۰/۹۳۲- ۱/۵۹)
مرگ و میر صیادی به مرگ و میر حداکثر محصول پایدار (F/F_{MSY})	۰/۸۵۷ (۰/۷۴۷- ۱/۳۷)	۰/۷۷ (۰/۶۷۶- ۱/۲)	۱/۸۷ (۱/۲۲- ۳/۳۲)	۰/۹۵ (۰/۸۳۲- ۱/۵۲)	۰/۹۲۴ (۰/۸۲۲- ۱/۴)
مرگ و میر صیادی (F)	۰/۲۱۶ (۰/۱۸۸- ۰/۳۴۶)	۰/۱۹۶ (۰/۱۷۲- ۰/۳۰۶)	۰/۴۷۹ (۰/۳۱۳- ۰/۸۴۹)	۰/۲۴ (۰/۲۱- ۰/۳۸۴)	۰/۲۳۴ (۰/۲۰۸- ۰/۳۵۴)
زیست توده نسبی	۰/۶۹۴ *k* (۰/۴۳۳- ۰/۷۹۵)	۰/۶۶۹ *k* (۰/۴۱۲- ۰/۷۹۷)	۰/۳۷۲ *k* (۰/۲۰۹- ۰/۵۶۹)	۰/۶۹۷ *k* (۰/۴۳۵- ۰/۷۹۶)	۰/۷۰۷ *k* (۰/۴۶۶- ۰/۷۹۴)
ظرفیت حمل (K)	۷۱/۵ (۱۲۷- ۴۰/۲)	۲۲/۴ (۱۲/۶- ۴۰/۱)	۱۹/۵ (۱۳/۲- ۲۸/۹)	۱۵/۶ (۸/۷۴- ۲۸)	۹/۴۸ (۵/۴۶- ۱۶/۴)
بهره‌برداری F/(r/2)	۰/۸۵۷ (۳۷/۷۴۷- ۱/۰)	۰/۷۷ (۰/۶۷۶- ۱/۲)	۱/۸۷ (۱/۲۲- ۳/۳۲)	۰/۹۵ (۰/۸۳۲- ۱/۵۲)	۰/۹۲۴ (۰/۸۲۲- ۱/۴)
میانگین نرخ رشد آنی (r)	۰/۵۰۵ (۰/۲۹۲- ۰/۸۷۲)	۰/۵۰۹ (۰/۴۰۷- ۰/۷۸۵)	۰/۵۱۱ (۰/۳۱۳- ۰/۸۳۴)	۰/۵۰۵ (۰/۲۹۴- ۰/۸۶۸)	۰/۵۰۶ (۰/۲۸۸- ۰/۸۹)

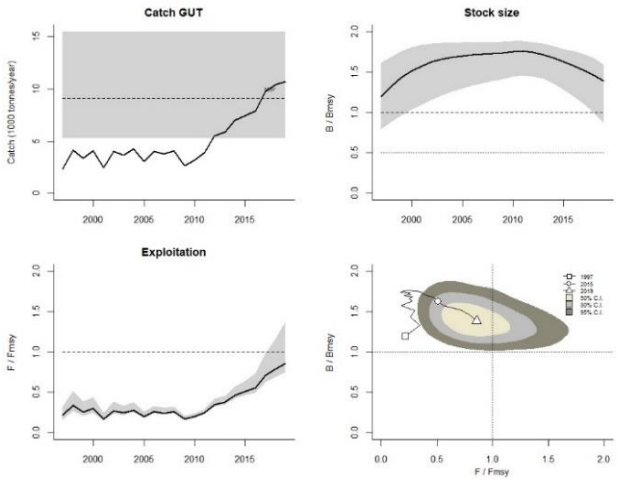
الف



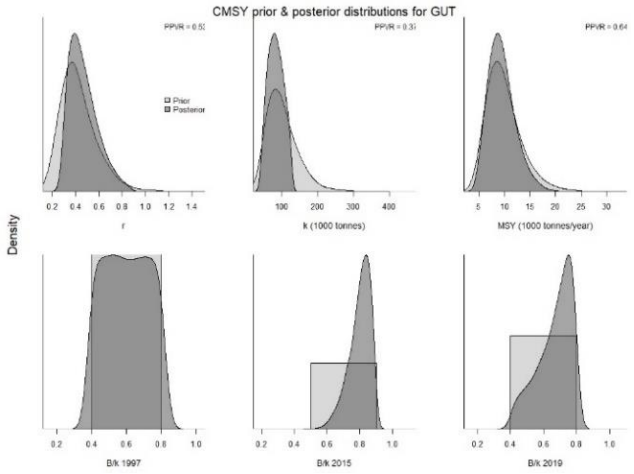
ب



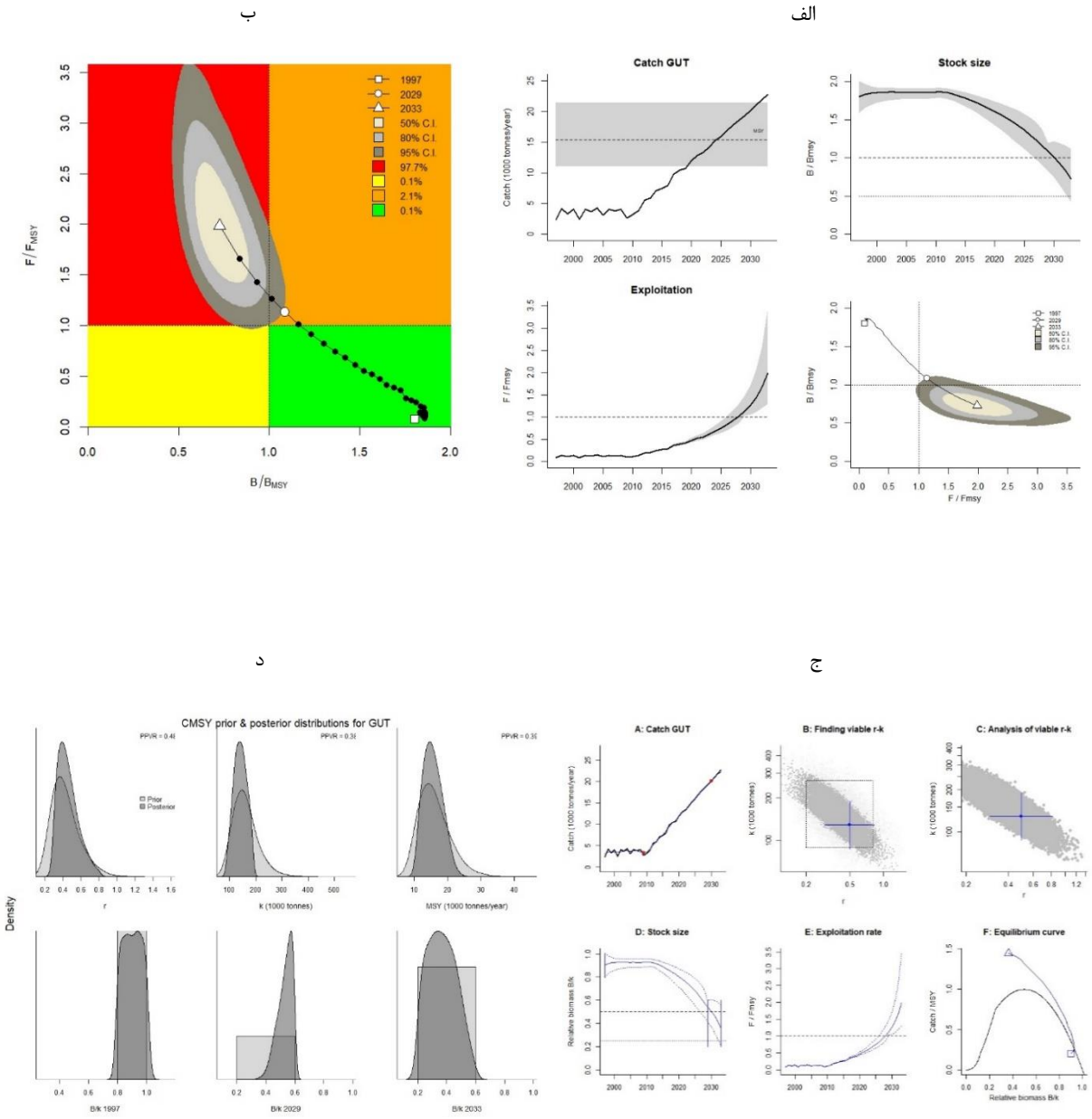
ج



د



شکل ۴- نتایج مربوط به مدل صید-حداکثر محصول پایدار (CMSY) برای ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) در آب‌های جنوبی از سال ۹۸-۱۳۷۶.



شکل ۵- نتایج مربوط به پیش‌بینی مدل صید-حداکثر محصول پایدار (CMSY) برای ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) در آب‌های جنوبی با استفاده از پیش‌بینی صید تا سال ۱۴۱۲.

جدول ۳- مقایسه شاخص‌های نقاط مرجع شیلاتی ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) بدست آمده از دو مدل CMSY و BSM و نتایج مربوط به مدل پیش‌بینی CMSY در سال ۱۴۱۲ در آب‌های جنوبی (خلیج فارس و دریای عمان). (مقادیر موجود در پرانتز نشان‌دهنده صدک ۲/۵ و ۹۷/۵ است). شاخص‌ها بر اساس هزار تن‌اند.

شاخص	مدل CMSY	مدل BSM	مدل پیش‌بینی CMSY
زیست توده (*B*)	۴۹/۶ (۳۰/۹- ۵۶/۸)	۵۸ (۴۱/۹-۷۲/۹)	۴۶/۶ (۲۶/۸-۷۱/۷)
حداکثر محصول پایدار(MSY)	۹/۱۱ (۵/۲۶- ۱۵/۵)	۷/۰۴ (۴/۷۳-۱۰/۵)	۱۵/۴ (۱۱-۲۱/۴)
زیست‌توده حداکثر محصول پایدار(B_{MSY})	۳۵/۷ (۲۰/۱-۶۳/۵)	۴۰ (۲۴/۹-۶۴/۲)	۶۴/۱ (۴۳/۲-۹۴/۹)
مرگ و میر حداکثر محصول پایدار(F_{MSY})	۰/۲۵۲ (۰/۱۴۶- ۰/۴۳۶)	۰/۱۷۶ (۰/۱۰۹-۰/۲۸۶)	۰/۲۴۶ (۰/۱۴۷-۰/۴۱)
زیست‌توده به زیست‌توده حداکثر محصول پایدار(B/B_{MSY})	۱/۳۹ (۰/۸۶۶-۱/۵۹)	۱/۴۵ (۱/۰۵-۱/۸۲)	۰/۷۲۷ (۰/۴۱۸-۱/۱۲)
مرگ و میر صیادی به مرگ و میر حداکثر محصول پایدار(F/F_{MSY})	۰/۸۵۷ (۰/۷۴۷-۱/۳۷)	۱/۰۳ (۰/۶۳۲-۱/۷۴)	۱/۹۹ (۱/۲۹-۳/۴۶)
مرگ و میر صیادی (F)	۰/۲۱۶ (۰/۱۸۸-۰/۳۴۶)	۰/۱۸ (۰/۱۴۴- ۰/۲۵)	۰/۴۸۸ (۰/۳۱۷- ۰/۸۴۹)
زیست‌توده نسبی	۰/۶۹۴ *k* (۰/۴۳۳- ۰/۷۹۵)	۰/۷۲۶ *k* (۰/۵۲۴- ۰/۹۱۲)	۰/۳۶۳ *k* (۰/۲۰۹- ۰/۵۵۹)
ظرفیت حمل (K)	۷۱/۵ (۱۲۷- ۴۰/۲)	۸۰ (۴۹/۸-۱۲۸)	۱۲۸ (۸۶/۵-۱۹۰)
بهره‌برداری F/(r/2)	۰/۸۵۷ (۳۷/۷۴۷-۱/۰)	۱/۰۳ (۰/۶۳۲-۱/۷۴)	۱/۹۹ (۱/۲۹-۳/۴۶)
میانگین نرخ رشد آنی (r)	۰/۵۰۵ (۰/۲۹۲- ۰/۸۷۲)	۰/۳۵۲ (۰/۲۱۷-۰/۵۷۲)	۰/۴۹۱ (۰/۲۹۵-۰/۸۱۹)

۴. بحث و نتیجه‌گیری نهایی

بسیاری از مدل‌های ارزیابی ذخایر به داده‌های فراوانی نیاز دارند که اجرای آن‌ها معمولاً به گونه‌های آبزیان باارزش یا بسیار فراوان و تجاری محدود می‌شود (Harley *et al.*, 2011, 2014)؛ در این حالت، کمتر به سایر گونه‌ها توجه می‌شود (Pauly, 2006; Costello *et al.*, 2012; Costello and Ovando, 2019). علیرغم این موضوع، محدوده‌های صید یا تلاش مبتنی بر علم، به عنوان اطلاعات حیاتی برای مدیریت مؤثر شیلاتی محسوب می‌شوند (Melnychuk *et al.*, 2017). حداکثر محصول پایدار (MSY)، اغلب به عنوان یک نقطه مرجع برای ارزیابی ذخایر استفاده می‌شود و وضعیت صیادی معمولاً برحسب شاخص B/B_{MSY} گزارش می‌شود (Schaefer, 1954; Costello and Ovando, 2019). درک ماهیت پویایی ذخیره دارای اهمیت بالایی برای جلوگیری از کاهش ذخیره و نیز برای بازسازی ذخایر کاهش‌یافته است. در این مطالعه، دو روش ارزیابی ذخایر که مخصوص ذخایری با داده‌های محدود هستند، برای تخمین وضعیت بهره‌برداری ذخیره ماهی قباد (*Scomberomorus guttatus*) در آب‌های جنوبی ایران (خلیج فارس و دریای عمان) بکار گرفته شد. یک مزیت اساسی استفاده از این دو روش این بود که در شرایط محدودیت داده قابلیت بکارگیری دارد (سری‌های زمانی صید برای مدل صید-حداکثر محصول پایدار (CMSY) و سری‌های زمانی صید به ازای واحد تلاش برای مدل تولید مازاد بیزین (BSM))، و علیرغم این موضوع، نتایجی تولید می‌کنند که می‌توانند از

سیاست‌ها و تصمیمات مدیریتی در سطح ملی و منطقه‌ای پشتیبانی کنند. متأسفانه اکثر ذخایر در دنیا به دلیل محدودیت داده، بصورت ارزیابی‌نشده هستند (Costello *et al.*, 2012)، که این موضوع دیدگاه‌های بسیار بدبینانه‌ای را از وضعیت صیادی در سطح جهانی ارائه می‌کند (Branch *et al.*, 2011; Anderson *et al.*, 2012). مدل صید-حداکثر محصول پایدار (Froese et al., 2017) برای تخمین نقاط مرجع شیلاتی توسعه یافته است و اخیراً برای چندین ذخیره دارای داده‌های ضعیف در سطح جهانی (Costello *et al.*, 2016) و برای صیادی‌هایی در سطح منطقه‌ای (Froese *et al.*, 2018)، ذخایر شرق دریای چین (Zhang *et al.*, 2018)، ذخایر اقیانوس هند (IOTC, 2016, 2017, 2020) و اخیراً برای ذخایر خلیج فارس و دریای عمان (Haghi Vayghan *et al.*, 2021) و بسیاری از ذخایر دیگر بکار برده شده است (Ren and Liu, 2020).

در این مطالعه، مقدار محاسبه شده برای شاخص B/B_{MSY} توسط مدل CMSY برای ماهی قباد در آب‌های جنوبی ایران، بیشتر از ۱/۰ بود، در حالی که مقدار محاسبه شده برای شاخص F/F_{MSY} کمتر از ۱/۰ بود که نشان‌دهنده وضعیت سالم و در سلامت بودن ذخیره این گونه در منطقه است. ماهی قباد به عنوان یکی از باارزش‌ترین گونه‌های تون ماهیان از نظر تجاری و مصرف خوراکی در آب‌های جنوبی ایران است و همین مسأله باعث شده است که میزان صید آن طی سال‌های اخیر افزایش یابد و در حقیقت یک روند افزایشی در صید این گونه از دهه ۱۳۷۰ مشاهده شده است. علاوه بر این، در آب‌های جنوبی ایران، این گونه عمدتاً توسط صیادی‌هایی با دسترسی آزاد و بدون هیچ گونه کنترل روی ورودی یا خروجی آن، بهره‌برداری می‌گردد و طی این سال‌ها تلاش صیادی برای صید این گونه توسط ابزارهای مختلف صید به ویژه تورهای گوشگیر که عمدتاً توسط شناورهای صیادی سنتی استفاده می‌شوند، افزایش یافته است (IFO, 2019). این افزایش صید، نتایج بدست آمده از این مطالعه توسط ارزیابی مدل‌های استفاده شده مبنی بر روند افزایشی صید این گونه از سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۸ را تأیید می‌کند که این امر منجر به یک کاهش جزئی در زیست‌توده از سال‌های ۱۳۸۹ به بعد شده است.

در مطالعه حاضر از مدل پیش‌بینی نیز برای مشخص کردن وضعیت ذخیره ماهی قباد طی سال‌های آتی استفاده شد. مزیت استفاده از مدل‌های پیش‌بینی این است که علیرغم اینکه نوسانات موجود در فراوانی ذخیره مورد نظر شبیه‌سازی شده یا مشاهده‌شده ردیابی نمی‌شود، اما الگوهای کلی توسعه و بهره‌برداری آن ذخیره معمولاً تولید می‌شود (Froese *et al.*, 2017). مدل پیش‌بینی CMSY که در مطالعه حاضر استفاده گردید، می‌تواند برای ارزیابی و مدیریت ذخایری با داده‌های محدود بسیار مفید باشد (Haghi Vayghan *et al.*, 2021). با اعمال این مدل پیش‌بینی، مشخص گردید که در صورت تداوم صید این گونه، در سال ۱۴۰۲ مقدار حداکثر محصول پایدار از مقدار مجاز آن بالاتر خواهد رفت و بعد از گذشت حدود ۷ سال یعنی در سال ۱۴۰۹ در صورت عدم توجه به تعدیل میزان صید، میزان زیست‌توده به زیر ۱/۰ کاهش خواهد یافت که در این حالت مقدار F/F_{MSY} به بیشتر از ۱/۰ افزایش می‌یابد. در صورت عدم توجه مدیران شیلاتی به این موضوع و عدم اعمال مدیریت مناسب برای کنترل و تعدیل میزان صید شناورهای صیادی سنتی، ذخیره ماهی قباد به شدت در معرض خطر قرار خواهد گرفت. با توجه به اینکه میزان زیادی از ذخیره این گونه در آب‌های جنوبی ایران بصورت غیرمجاز نیز صید می‌گردد، در صورت عدم توجه مدیران شیلاتی به این موضوع، تخمین‌های صورت گرفته در این مطالعه زودتر اتفاق خواهند افتاد.

نرخ رشد آنی جمعیت (r) یکی از شاخص‌های حیاتی در مدیریت شیلاتی برای تعیین رشد جمعیت و قابلیت بازیابی آن در برابر فشار صید است (Zhou *et al.*, 2016). یکی از مهم‌ترین شاخص‌های نقاط مرجع شیلاتی، نسبت B_{MSY}/k است و این نسبت برای ذخیره گونه قباد ۰/۵ تخمین زده شد که نرخ کاهش متوسط (۰/۶-۰/۲) را تأیید می‌نماید (Palomares and Froese, 2017). گونه‌های ماهی با نرخ رشد آنی جمعیت بالاتر، نرخ‌های

کمتری از B_{MSY}/k دارند که کاهش چشم‌گیری در ذخایر ماهی را نشان می‌دهد (Gabriel and Mace, 1999). نرخ بهره‌برداری و زیست‌توده جمعیت می‌توانند تحت تأثیر نرخ‌های رشد آنی جمعیت قرار گیرند و در نتیجه، این موضوع می‌تواند نرخ نسبت B_{MSY}/k را تغییر دهد (Zhou *et al.*, 2016). بنابراین، متعادل‌سازی صید (به عنوان تصمیم ابتدایی توسط مدیران شیلاتی) می‌تواند شاخص‌های مهم نقاط مرجع شیلاتی در ذخایر را هنگامی که در معرض صید بی‌رویه قرار می‌گیرند تنظیم نماید.

در سال‌های اخیر، ایران اقداماتی را جهت مدیریت شیلاتی قانونمند از جمله ممنوعیت صید با تورهای ترال کفروب (به غیر از ترال‌های میگو)، تعریف فصول ممنوعیت صیادی برای روش‌های مختلف صیادی و غیره اعمال کرده است (De Young, 2006). سیستم‌های مانیتورینگ شناور (Vessel Monitoring Systems) نیز در همه ترالرهای صنعتی ایرانی استفاده می‌شود. با وجود این،- و در حالی که صیادی‌های سنتی و خرد سهم غالبی را در کل صید دارند- برنامه‌ریزی مدیریتی برای صیادی‌های کوچک مقیاس (Small-Scale Fisheries) در آب‌های ایرانی بسیار محدود است (Pitcher *et al.*, 2006). به عنوان مثال، اجرای قانون، مانند جلوگیری از صید در فصول ممنوعیت صید یا در مناطق حفاظت‌شده یا بازرسی و نظارت بر عملیات صید برای صیادی‌های کوچک مقیاس بسیار کمتر از صیادی‌های صنعتی است و بسیاری از صیادی‌های کوچک مقیاس کنترل نشده هستند و نظارت ضعیفی بر آن‌ها وجود دارد. در حقیقت ، قانون و اجرای ناقصی برای صیادی‌های کوچک مقیاس مانند صیادی‌های سنتی و خرد وجود دارد. بر اساس آمار و اطلاعات سازمان شیلات ایران، قسمت اعظم صید گونه قباد در آب‌های جنوبی ایران توسط شناورهای سنتی خرد انجام می‌شود (IFO, 2019). با توجه به این موضوع و بر اساس نتایج مربوط به تجزیه و تحلیل وضعیت حال و پیش‌بینی آینده ماهی قباد از این مطالعه، چنانچه هدف برداشت حداکثری از ذخایر این گونه بدون آسیب به زیست‌توده و کاهش آن در آینده باشد، می‌توان با اعمال روش‌های ساده مدیریت شیلاتی، وضعیت فعلی گونه قباد را کنترل نمود و از این طریق می‌توان صید سالانه را به حداکثر رساند و زیست‌توده را در سطح پایدار نگه داشت.

نکته قابل ذکر در بحث مدیریت ذخایر این است که برآورد وضعیت ذخیره تنها اولین قدم در فرآیند مدیریت است و تعیین وضعیت به تنهایی، مدیریت مؤثر و پایدار شیلاتی را ضمانت و یا حتی ممانعت نمی‌کند (Dowling *et al.*, 2015). در نتیجه، مدیریت موفق مستلزم آزمایش و تنظیم قوانین کنترل برداشت است که اغلب با ارزیابی استراتژی‌های مدیریت تسهیل می‌شود (Punt *et al.*, 2016). از سوی دیگر در مدیریت ذخایر علاوه بر تأثیر مدیریت صید و صیادی، توجه به تأثیر عوامل محیطی و تغییرات اقلیم در پراکنش و کیفیت زیستگاه گونه مورد بررسی بسیار حائز اهمیت‌اند (Haghi Vayghan *et al.*, 2020; Haghi Vayghan *et al.*, 2021; Vayghan *et al.*, 2016; Lee *et al.*, 2020).

در مجموع، در این مطالعه ذخیره ماهی قباد در آب‌های استان‌های جنوبی ایران (خلیج فارس و دریای عمان) به کمک مدل صید-حداکثر محصول پایدار (CMSY) و مدل تولید مازاد بیزین (BSM) ارزیابی شد و وضعیت جاری آن مشخص و وضعیت آن در آینده نیز پیش‌بینی گردید. نتایج حاصل از تخمین نقطه مرجع شیلاتی B/B_{MSY} نشان‌دهنده وضعیت سالم ذخیره این گونه در منطقه بود. برای تضمین محصول پایدار این گونه در منطقه که دارای فقر داده‌های شیلاتی برای ارزیابی آن است، میزان برداشت حداکثر سالانه ۹ هزار تن به عنوان استراتژی مدیریتی ساده و حتی سریع، پیشنهاد گردید.

نتیجه‌گیری نهایی

پیش‌بینی وضعیت ذخیره ماهی قباد نشان داد که در صورت تداوم صید، در سال‌های آتی مقدار حداکثر محصول پایدار از مقدار مجاز آن بالاتر خواهد رفت و بعد از گذشت مدتی از بهره برداری، در صورت عدم توجه به تعدیل میزان صید، میزان زیست‌توده به زیر ۱/۰ کاهش خواهد یافت و ذخیره به سمت منطقه صید بی‌رویه هدایت خواهد شد.

بطور کلی، روش‌های ارزیابی ذخایری که فقط بر پایه داده‌های صید تولید می‌شوند، به عنوان یک پله موقت برای ارزیابی ذخایر مطرح اند؛ و برای درک وضعیت صیادی در منطقه، به عنوان ابزاری مهم برای مدیریت شیلاتی، بایستی مطالعات بیشتر و به کمک مدل‌های ارزیابی قابل اطمینان‌تر ارزیابی صورت گیرد. با داشتن داده‌های بیشتر و کافی (مثل داده‌های ترکیب طولی یا سنی) مسلما کار دقیق تر و عملیاتی تر خواهد بود.

۵. تشکر و قدردانی

بدینوسیله از پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری دانشگاه ارومیه بجهت حمایت مالی تشکر و قدردانی می‌گردد. هم‌چنین از سازمان شیلات ایران بویژه دفتر صید و صیادی جهت تأمین داده‌ها سپاسگزاری می‌شود.

۵. منابع

References

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. *ICES Journal of Marine Science* 69(8), 1491–1500.

Anulekshmi, C., Sarang, J.D., Kamble, S.D., Akhilesh, K.V., Deshmukh, V.D., Singh, V.V., 2018. Biological aspects of spotted seerfish *Scomberomorus guttatus* (Bloch & Schneider, 1801) (Scombridae) from north-eastern Arabian Sea. *Indian Journal of Fisheries* 65(2), 42-49.

Branch, T.A., Jensen, O.P., Ricard, D., Ye, Y., Hilborn, R.A.Y., 2011. Contrasting Global Trends in Marine Fishery Status Obtained from Catches and from Stock Assessments Contraste de las Tendencias Globales en el Estatus de las Pesquerías Marinas Obtenido de Capturas y Evaluación de Reservas. *Conservation Biology* 25(4), 777–786. DOI: 10.1111/j.1523-1739. 2011.01687.x.

Collette, B.B., Carpenter, K. E., Niem, V., 2001. The Living Marine Resources of the Western Central Pacific, Scombridae, Tunas (also, albacore, bonitos, mackerels, seerfishes and Wahoo): FAO Species Identification Field Guide for Fishery Purposes. FAO Publication, Rome, 3721-3756.

Collette, B.B., Abdulqader, E., Kaymaram, F., Bishop, J., 2015. *Scomberomorus guttatus*. The IUCN Red List of Threatened Species.

Costello, C., Ovando, D., Hilborn, R., Gaines, S.D., Deschenes, O., Lester, S.E., 2012. Status and solutions for the world's unassessed fisheries. *Science* 338, 517–520. DOI: 10.1126/science.1223389.

Costello, C., Ovando, D., Clavelle, T., Strauss, C.K., Hilborn, R., Melnychuk, M.C., Branch, T.A., Gaines, S.D., Szuwalski, C.S., Cabral, R.B., Rader, D.N., 2016. Global fishery prospects under contrasting management regimes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(18), 5125–5129.

Costello, C., Ovando, D., 2019. Status, institutions, and prospects for global capture fisheries. *Annual Review of Environment and Resources* 44, 177–200. DOI: 10.1146/ annurev-environ-101718-033310.

De Young, C., 2006. Review of the State of World Marine Capture Fisheries Management: Indian Ocean, Food & Agriculture Org, No. 488.

Dowling, N.A., Dichmont, C.M., Haddon, M., Smith, D.C., Smith, A.D.M., Sainsbury, K., 2015. Guidelines for developing formal harvest strategies for data-poor species and fisheries. *Fisheries Research* 171, 130–140 https://www.FAO.org.

Froese, R., Demirel, N., Coro, G., Kleisner, K.M., Winker, H., 2017. Estimating fisheries reference points from catch and resilience. *Fish and Fisheries* 18(3), 506–526.

Froese, R., Winker, H., Coro, G., Demirel, N., Tsikliras, A.C., Dimarchopoulou, D., Scarcella, G., Quaas, M., Matz-Lück, N., 2018. Status and rebuilding of European fisheries. *Marine Policy* 93, 159–170.

Froese, R., Pauly, D., 2019. FishBase. World Wide Web electronic publication. World Wide Web Electronic Publication. http://www.fishbase.us/.

Gabriel, W.L., Mace, P.M., 1999. A review of biological reference points in the context of the precautionary approach. Proceedings of the 5th National NMFS Stock Assessment Workshop: Providing Scientific Advice to Implement the Precautionary Approach under the Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act. NOAA Tech Memo NMFS-F/SPO-40, 34–45.

Ghanbarzadeh, M., Ben-Hasan, A., Salarpouri, A., Walters, C., Kamrani, E., Ranjbar, M.Sh., 2021. Coping with steep exploitation rates in an open access fishery. *Ocean & Coastal Management* 201, 105499.

Haghi Vayghan A., 2021. Distribution Modeling of Bigeye Tuna (*Thunnus obesus* Lowe, 1839), Using Satellite Derived Environmental Variables in Indian Ocean. *Iranian Journal of Applied Ecology* 9 (4), 1-14.

Haghi Vayghan, A., Atashbar, B., Kaymaram, F., 2020. Association between some satellites derived environmental variables with catch per unit effort (CPUE) index of longtail tuna (*Thunnus tonggol*) in the Oman Sea. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 29(4), 85-96.

Haghi Vayghan, A., Ghorbani, R., Lee, M.A., Kaplan, D.M., Block, B.A., 2018. Association between Skipjack (Katsuwonus pelamis) distribution caught by Iranian purse seiners and environmental variables in the Indian Ocean. *Journal of Applied Ichthyological Research 6*(1), 1-20.

Haghi Vayghan, A., Ghorbani, R., Peighambari, S., Lee, M., Kaplan, D., Block, B., 2017. Relationship between yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) distribution caught by Iranian purse seiners and environmental variables in the Indian Ocean. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 26 (1), 67-82.

Haghi Vayghan, A., Hashemi, S.A., 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* 20(3), 678-693.

Harley, S., Williams, P., Nicol, S., Hampton, J., 2011. The Western and Central Pacific Tuna fishery: 2010 Overview and Status of stocks. Tuna Fisheries Assessment. Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community. Report number: 11. 37 p.

Harley, S., Nick, D., Hampton, J., McKechnie, S., 2014. Stock Assessment of Bigeye Tuna in the Western and Central Pacific Ocean. WCPFC-SC10-2014/SAWP-01. Majuro: Republic of the Marshall Islands.

Hosseini, S.A., Kaymarm, F., Behzady, S., Kamaly, E., Darvishi, M., 2017. Drift gillnet selectivity for indo-pacific king mackerel, *Scomberomorus guttatus*, using girth measurements in the North of Persian Gulf. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 17(6), 1145-1156.

IFO 2019. Fisheries statistics yearbook from 1997-2019. Iranian Fisheries Organization, Tehran, Planning and Budget Office, 64 p. (in Persian).

IOTC 2016. Assessment of Indian Ocean longtail tuna (*Thunnus tonggol*) using data poor catch-based methods. https://www.iotc.org/sites/default/files/documents/2016/07/IOTC-2016 WPNT06-17 SA_data_poor_approaches_LOT_rev_1.pdf.

IOTC 2017. Assessment of Indian Ocean longtail tuna (*Thunnus tonggol*) using data-limited methods. In IOTC-2017-WPNT07-15 Rev_1. https://www.iotc.org/sites/default/files/documents/2017/07/IOTC-2017-WPNT07-15_Rev_1-_SA_LOT.pdf .

IOTC 2020. Assessment of Indian Ocean longtail tuna (*Thunnus tonggol*) using data-limited methods. IOTC-2020-WPNT10-13. https://iotc.org/documents/WPNT/10/13.

IOTC Secretariat 2015. Assessment of Indian Ocean Indo-Pacific king mackerel *(Scomberomorus guttatus)* using data poor catch-based methods. IOTC-2015-WPNT05-23. http://www.iotc.org.

Lan, K.W., Lee, M.A., Chou, C.P., Vayghan, A. H., 2018. Association between the interannual variation in the oceanic environment and catch rates of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the Atlantic Ocean. *Fisheries Oceanography* 27(5), 395-407.

Lee, M.A., Weng, J. S., Lan, K.W., Vayghan, A.H., Wang, Y.C., Chan, J.W., 2020. Empirical habitat suitability model for immature albacore tuna in the North Pacific Ocean obtained using multisatellite remote sensing data. *International Journal of Remote Sensing* 41(15), 5819-5837.

Martell, S., Froese, R., 2013. A simple method for estimating MSY from catch and resilience. *Fish and Fisheries* 14(4), 504–514.

Meyer, R., Millar, R.B., 1999. BUGS in Bayesian stock assessment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56, 1078–1086.

Melnychuk, M.C., Peterson, E., Elliott, M., Hilborn, R., 2017. Fisheries management impacts on target species status. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 114, 178–183. DOI: 10.1073/pnas.1609915114

Millar, R.B., Meyer, R., 1999. Nonlinear State-space Modeling of Fisheries Biomass Dynamics using Metropolis-Hastings within Gibbs Sampling. Technical Report STAT9901. Department of Statistics, University of Auckland, Auckland, New Zealand. 33 P.

Mondal, S., Vayghan, A. H., Lee, M. A., Wang, Y. C., Semedi, B. 2021. Habitat Suitability Modeling for the Feeding Ground of Immature Albacore in the Southern Indian Ocean Using Satellite-Derived Sea Surface Temperature and Chlorophyll Data. *Remote Sensing*, *13*(14), 2669.

Niamaimandi, N., 1999. Determination and study of population dynamics parameters and reproduction dynamics and mortality and exploitation rates of the tigertooth croaker (*Otolithes ruber*) (waters of Bushehr province). MSC thesis. Islamic Azad University, North Tehran Branch. 114 p. (in Persian).

Niamaimandi, N., Kaymaram, F., Hoolihan, J.P., Mohammadi, G.H., Fatemi, S.M.R., 2015. Population dynamics parameters of narrow-barred Spanish mackerel, *Scomberomorus commerson* (Lacèpéde, 1800), from commercial catch in the northern Persian Gulf. *Global ecology and conservation* 4, 666-672.

Palomares, M.L.D., 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-Quatics Technical Report* 2, 58.

Palomares, M.L.D., Froese, R., Derrick, B., Nöel, S.-L., Tsui, G., Woroniak, J., Pauly, D., 2018. A preliminary global assessment of the status of exploited marine fish and invertebrate populations, in A Report Prepared by the Sea Around Us for OCEANA, (Washington, DC: OCEANA). 60 p.

Pauly, D., 2006. Major trends in small-scale marine fisheries, with emphasis on developing countries, and some implications for the social sciences. *Marine Studies* 4, 7–22.

Pitcher, T., Kalikoski, D., Pramod, G., 2006. Evaluations of Compliance with the FAO (UN) Code of Conduct for Responsible Fisheries.

Punt, A.E., Butterworth, D.S., de Moor, C.L., De Oliveira, J.A.A., Haddon, M., 2016. Management strategy evaluation: best practices. *Fish and Fisheries* 17(2), 303–334. DOI: 10.1111/faf.12104.

Ren, Q.Q., Liu, M., 2020. Assessing northwest pacific fishery stocks using two new methods: the monte carlo catch-MSY (CMSY) and the Bayesian Schaefer Model (BSM). *Frontiers in Marine Science* 7, 430.

Sadeghi, S.N., 2001. Biological and morphological characteristics of fish in southern Iran (Persian Gulf and Oman Sea). 1th edition, Naghsh Mehr Publications, Tehran. 432 p. (in Persian).

Safikhani, H., Ghadirnejad, H., Darvish, K., Keymaram, F., Khorshidian, K., Kashi, M.T., Ansari, H., Esmaeili, A.R., Moradi, G., Shabani, J., Alavi, A., 2009. Catch study of fishes in the north west of Persian Gulf, Iranian waters (2002-2005). Report, Iranian Fisheries Science Research Institute. 42 p. (in Persian).

Schaefer, M.B., 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bull* 1, 23–56.

Vayghan, A.H., Fazli, H., Ghorbani, R., Ming-An, L., Saravi, H.N., 2016. Temporal habitat suitability modeling of Caspian shad (Alosa spp.) in the southern Caspian Sea. *Journal of Limnology* 75(1), 210-223.

Vayghan, A.H., Lee, M.A., Weng, J.S., Mondal, S., Lin, C.T., Wang, Y.C., 2020. Multisatellite-Based Feeding Habitat Suitability Modeling of Albacore Tuna in the Southern Atlantic Ocean. *Remote Sensing* 12(16), 2515.

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.

Zhou, S., Chen, Z., Dichmont, C.M., Ellis, A.N., Haddon, M., Punt, A.E., Smith, A.D.M., Smith, D.C., Ye, Y., 2016. Catch-based methods for data-poor fisheries. Report to FAO. CSIRO, Brisbane, Australia.

Zhou, S., Punt, A.E., Ye, Y., Ellis, N., Dichmont, C.M., Haddon, M., Smith, D.C., Smith, A.D., 2017. Estimating stock depletion level from patterns of catch history. *Fish and Fisheries* 18(4), 742–751.

Zhou, S., Fu, D., DeBruyn, P., Martin, S., 2019. Improving data limited methods for assessing Indian Ocean neritic tuna species. Report to Indian Ocean Tuna Commission, Victoria, Seychelles.