

Optimized catch estimation of the Scalloped spiny lobster (*Panulirus homarus* Linnaeus, 1878) in the waters of the Oman Sea (Sistan and Baluchestan Province)

Seyed Ahmadreza Hashemi^{*1}, Mastrooreh Doustdar²

1. Corresponding Author, Offshore Fisheries Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Chabahar, Iran. E-mail: seyedahmad91@gmail.com
2. Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran. E-mail: mastrooreh.doustdar@gmail.com

Article Info

Article type:

Full Length Research Paper

Article history:

Received: 07.27.2022

Revised: 09.02.2022

Accepted: 09.11.2022

Keywords:

Oman Sea,
Production model,
Scalloped spiny lobster

ABSTRACT

The purpose of this study to develop a framework for investigating the catch trend and estimation of optimized catch limit of the *P. homarus* stock by collecting catch data in the northern waters of the Oman Sea. In this research, the landing catch data of the northern waters of the Oman Sea (Sistan and Baluchistan province) for more than twenty years (based on tons) have been collected from the Iranian Fisheries Organization (1997-2019). The average catch for this study period is 33 ± 6 tons with a 95% confidence interval of 27-39 tons, and the amount of catch increased during the study period ($R = 0.37$). The average (95% confidence interval) for the intrinsic growth rate (r), maximum sustainable yield (MSY), biomass of maximum sustainable yield (BMSY), and carrying capacity (K) were obtained 0.56 (0.4-0.78) annually, 140 (120-170) tons, 156 (95-255) tons, 313 (192-510) per year, respectively. Based on the trends of B/BMSY and F/FMSY ratios, it can be said that the increase in fishing mortality and the decrease in available biomass started in 2014 and continues. This research shows that the annual harvest of this species has reached its maximum amount and measures should be taken to reduce the amount of catch and fishing effort.

Cite this article: Hashemi, Seyed Ahmadreza, Doustdar, Mastrooreh. 2023. Optimized catch estimation of the Scalloped spiny lobster (*Panulirus homarus* Linnaeus, 1878) in the waters of the Oman Sea (Sistan and Baluchestan Province). *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 12 (3), 69-80.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/japu.2022.20464.1691

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تخمین صید بهینه ذخیره شاه‌میگو خاردار (*Panulirus homarus* Linnaeus, 1878) در آب‌های شمالی دریای عمان (استان سیستان و بلوچستان)

سیداحمدرضا هاشمی^{۱*}، مسطوره دوستدار^۲

۱. نویسنده مسئول، مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، چابهار، ایران. رایانامه: seyedahmad91@gmail.com
۲. مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. رایانامه: mastooreh.doustdar@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله:	هدف از این مطالعه، توسعه چارچوبی است که به بررسی روند صید و برآورد محدوده
مقاله کامل علمی- پژوهشی	صید بهینه ذخیره شاه‌میگو خاردار (<i>P. homarus</i>) با جمع‌آوری اطلاعات صید این گونه در
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۵	آب‌های شمالی دریای عمان می‌پردازد. در این پژوهش، داده‌های صید تخلیه به ساحل
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۱	(لندننگ) آب‌های شمالی دریای عمان (استان سیستان و بلوچستان) برای بیش از بیست سال
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۰	گذشته (براساس تن) از سازمان شیلات ایران (سال ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۹) جمع‌آوری شده است.
واژه‌های کلیدی:	میانگین صید برای این دوره مورد مطالعه 33 ± 6 تن با ۹۵ درصد فاصله اطمینان ۲۷-۳۹ تن
دریای عمان،	بوده و میزان صید طی دوره مورد مطالعه افزایش یافته ($R=0/37$) است. میزان محاسباتی (۹۵
شاه میگو خاردار،	درصد حدود اصمینان) نرخ ذاتی افزایش جمعیت (F)، حداکثر محصول پایدار (MSY)،
مدل تولید	بیوماس در حداکثر محصول پایدار (B_{MSY})، میزان ظرفیت برد محیطی (K) به ترتیب (۰/۷۸- ۰/۴) (۰/۵۶ سالانه، (۱۷۰-۱۲۰) ۱۴۰ تن، (۲۵۵-۹۵) ۱۵۶ تن، (۵۱۰-۱۹۲) ۳۱۳ تن به‌دست
	آمد. براساس روند نسبت‌های B/B_{MSY} و F/F_{MSY} می‌توان گفت: افزایش میزان مرگ و میر
	صیادی و کاهش بیوماس موجود از سال ۱۳۹۴ شروع شده و هم‌چنان ادامه دارد. این پژوهش
	نشان می‌دهد که میزان برداشت سالانه از ذخیره این گونه به بیش از حداکثر میزان خود رسیده
	و جهت کاهش میزان صید و تلاش صیادی باید تدابیری اندیشیده شود.

استاد: هاشمی، سیداحمدرضا، دوستدار، مسطوره (۱۴۰۲). تخمین صید بهینه ذخیره شاه‌میگو خاردار (*Panulirus homarus* Linnaeus, 1878) در آب‌های شمالی دریای عمان (استان سیستان و بلوچستان). نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان، ۱۲ (۳)، ۸۰-۶۹.

DOI: 10.22069/japu.2022.20464.1691



مقدمه

در سال ۲۰۱۸ میزان صید جهانی حدود ۹۶ میلیون تن بوده که ۸۷ درصد آن در آب‌های دریایی و ۱۳ درصد در آب‌های داخلی قرار داشته است (۱). در سال‌های اخیر نشانه‌های بارزی از برداشت بی‌رویه و غیرمنطقی از ذخایر عمده ماهیان و سایر آبزیان، شامل خسارت‌های جدی به زیست‌بوم‌های آبی و زیان‌های اقتصادی موازی با فعالیت‌های شیلاتی به چشم می‌خورد. بر اساس مطالعات انجام شده، نسبت ذخایر با سطح پایدار زیستی^۱ به ذخایر با سطح ناپایدار زیستی^۲ 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 بوده و نیازمند اقدامات مدیریتی فوری هستند (۲).

دریای عمان با شرایط اکولوژیک ویژه از جمله تنوع زیستی بالا در طول سواحل جنوبی ایران برکات عظیمی را برای ساحل‌نشینان و البته کل جمعیت ایران فراهم کرده است (۳). جلگه ساحلی ایران در دریای عمان در محدوده‌ای بین ۵۷ تا ۶۱/۲۵ درجه شرقی در طول جغرافیایی ۲۵/۰۳ تا ۲۶/۱۳ درجه شمالی در عرض جغرافیایی قرار دارد که از حدود منطقه سیریک در استان هرمزگان تا گواتر در استان سیستان و بلوچستان امتداد دارد که طول خط ساحلی آن در حدود ۶۳۷ کیلومتر است (۴).

بیش از ۶۷ هزار گونه زیر شاخه سخت‌پوستان را تشکیل داده که بیش از ۸۰ درصد از این گونه‌ها در دریاها ساکن می‌باشند. بسیاری از سخت‌پوستان با ارزش شیلاتی سخت‌پوستان بزرگ‌تر ده پایان^۳، شامل ناتنتین^۴ چون میگو و رپتانتین^۵ چون خرچنگ و

شاه‌میگو خاردار می‌باشند (۵). شاه‌میگو جزء زیرشاخه سخت‌پوستان^۶، راسته دکاپودا^۷، خانواده پالنوریده^۸ که در دریاها گرمسیری و معتدله پراکنده‌اند و تراکم و تنوع گونه‌های آن در دریاها گرمسیری بیش‌تر است و نقش مهمی در زنجیره‌های غذایی بستر دریا از مناطق کم‌عمق تا عمیق دارند (۶). به‌طور کلی شاه‌میگو خواهر گروه خرچنگ‌های آب شیرین بوده و ۶ خانواده، ۵۴ جنس و حدود ۲۶۰ گونه را شامل می‌شوند (۶). شاه‌میگو خاردار عضو خانواده پالنوریده دارای ۸ جنس و ۴۷ گونه مختلف را شامل شده و بیش‌ترین رشد را در بین گونه‌های سخت‌پوستان دارا می‌باشند (۵). جنس پانیلیروس^۹ دارای ۲۰ گونه بوده و به دلیل داشتن اندازه بزرگ و قیمت بالا از نظر شیلاتی مهم بوده و در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری پراکنده می‌باشند (۵). در آب‌های اقیانوس هند ده گونه شاه‌میگو خاردار صخره‌ای وجود دارد (۷)، که در سواحل غربی این اقیانوس، بیش‌تر چهار گونه از این جنس بنام‌های پانیلیروس هماروس^{۱۰} پانیلیروس اورناتوس^{۱۱}، پانیلیروس وریسکالر^{۱۲} و پانیلیروس پلی فاگوس^{۱۳} گزارش شده است (۷ و ۸).

در سال ۲۰۱۶ بیش از ۳۰۰ هزار تن صید شاه‌میگوهای مختلف گزارش شده که شاه‌میگو آمریکایی^{۱۴} بیش‌ترین میزان صید آن را به خود اختصاص داده و میزان صید سالانه گونه پانیلیروس هماروس در جهان بیش از ۹ هزار تن برآورد می‌گردد (۲). کشورهای عمده واردکننده آن به ترتیب ایالات

5- Reptantian

6- Crustacean

7- Decapoda

8- Palinuridae

9- Panulirus

10- *P. homarus*

11- *P. ornatus*

12- *P. versicolor*

13- *P. polyphagus*

14- *Homarus americanus*

1- Biologically Sustainable Levels (BSLs)

2- Biologically Unsustainable Levels (BULs)

3- Decapods

4- Natantian

پویایی جمعیت و ارزیابی ذخایر شاه‌میگوی منطقه چابهار با تاکید بر گونه غالب پانیلروس هماروس (۱۴)، بررسی وضعیت بهره‌برداری تجاری شاه‌میگو خاردار پانیلروس هماروس از آب‌های سیستان و بلوچستان (۱۵)، بررسی برخی از خصوصیات زیستی شاه‌میگو (پانیلروس هماروس) به منظور بهینه‌سازی زمان صید در سواحل سیستان و بلوچستان (۱۶) اشاره نمود. همچنین مطالعه خصوصیات‌های جمعیتی و زیستی شاه‌میگو خاردار (پانیلروس هماروس) در کشور عمان (۱۷)، هند (۶) و اندونزی (۱۸) هم صورت گرفته است. برخی از مطالعات برآورد بهینه صید براساس سری زمانی صید گونه‌های مختلف آبزیان به‌وسیله Martell و Froese (۱۹)، Zhou و همکاران (۲۰)، Zhou و همکاران (۲۱) انجام گرفته است. پژوهش حاضر، بررسی روند صید ذخیره شاه‌میگو خاردار در آب‌های استان سیستان و بلوچستان با هدف تعیین محدوده بهینه صید این گونه و مدیریت صحیح و اصولی در بهره‌برداری از این منبع آبی است. جهت حفاظت و مدیریت صید این گونه باارزش اطلاع از وضعیت ذخیره و تغییرات آن امری لازم و ضروری است.

مواد و روش‌ها

داده‌های صید تخلیه به ساحل (لندینگ) آب‌های شمالی دریای عمان (استان سیستان و بلوچستان) برای بیش از بیست سال گذشته (براساس تن) از سازمان شیلات ایران (سال ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۹) (۲۲) جمع‌آوری شده است (شکل ۱). براساس مطالعات گذشته گونه لایستر خاردار بیش از ۸۰ درصد توده زنده لایسترهای استان سیستان و بلوچستان را تشکیل می‌دهد (۱۶).

متحده، کانادا و چین و کشورهای عمده صادرکننده شاه‌میگو خاردار به‌ترتیب کانادا، ایالات متحده و استرالیا بوده‌اند (۱).

جنس پانیلروس دارای رشد سریع، بلوغ در سن ۱ تا ۳ سالگی، طول عمر بین ۲۵ تا ۳۰ سال، شب فعال، نیمه اجتماعی، چندین بار پوست‌اندازی در سال، تخم‌های کوچک، هم‌آوری بالا و مرحله لاروی طولانی می‌باشد (۷). یکی از مهم‌ترین مشخصات خانواده پانیلوریدا مهاجرت‌های طولانی بوده و تا عمق ۱۰۰۰ متر نیز گزارش شده‌اند و بسیاری از آن‌ها دارای الگوهای خاص حرکتی هستند (۷). گونه پانیلروس هماروس متعلق به مناطق گرمسیر و نیمه‌گرمسیر اقیانوس هند و غرب اقیانوس آرام با عمق کم‌تر از ۹۰ متر و سواحل با انرژی زیاد و موج می‌باشد (۹). این گونه دارای سه زیر گونه پانیلروس هماروس هماروس^۱ (شرق آفریقا، اندونزی، ژاپن و استرالیا)، زیر گونه پانیلروس هماروس ریلوس^۲ (جنوب شرق آفریقا و ماداگاسکار)، زیر گونه پانیلروس هماروس مگا اسکلوپتوس^۳ (جنوب غرب اقیانوس هند، دریای عرب و سومالی) می‌باشد و براساس رنگ بدن و شکل شکمی از یکدیگر جدا می‌شوند (۷).

از جمله مطالعات انجام گرفته بر روی این گونه می‌توان به شناسایی گونه‌ها و پراکندگی شاه‌میگو خاردار در آب‌های جنوب ایران (۱۰)، بررسی بیوسستماتیک شاه‌میگو خاردار (۱۱)، بررسی و تعیین اندازه استاندارد اولین ساین بلوغ و مراحل باروری گونه غالب شاه‌میگو خاردار (پانیلروس هماروس) در سواحل سیستان و بلوچستان (۱۲)، مطالعه برخی پارامترهای زیست‌شناختی شاه‌میگو خاردار (پانیلروس هماروس) در سواحل سیستان و بلوچستان (۱۳)،

1- *P.h. homarus*

2- *P.h. rubellus*

3- *P.h. megasculptus*



شکل ۱- موقعیت مناطق جمع‌آوری اطلاعات ذخیره شاه‌میگو خاردار در آب‌های شمالی دریای عمان (استان سیستان و بلوچستان).

مدل تولید مازاد گراهام- شیفرا^۲ یک روش ساده است که کاربرد وسیعی جهت برآورد زی‌توده داشته و در این رویکرد استفاده شده و فرمول آن به صورت زیر است.

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

که در آن، B_y زی‌توده در سری زمانی و سال y ، r نرخ ذاتی افزایش جمعیت (لحظه‌ای)^۳، K ظرفیت برد محیطی^۴ که برابر با زی‌توده اولیه یا زی‌توده دست‌نخورده و در ابتدای مدل‌سازی بین ۱ تا ۲ برابر صید حداکثر به‌عنوان حداقل ظرفیت برد و ۴ تا ۱۲ برابر صید حداکثر به‌عنوان حداکثر ظرفیت برد به‌عنوان ورودی مدل بوده، C_y صید در سری زمانی و سال y می‌باشد (۲۰). در این روش میزان مرگ و میر صیادی حداکثر محصول پایدار^۵ با کمک فرمول $F_{msy} = r/2$ و حداکثر محصول پایدار از فرمول $MSY = rk/4$ و زی‌توده حداکثر محصول پایدار^۶ $B_{msy} = K/2$ و میزان

مدل صید- محصول حداکثر پایدار (CMSY):

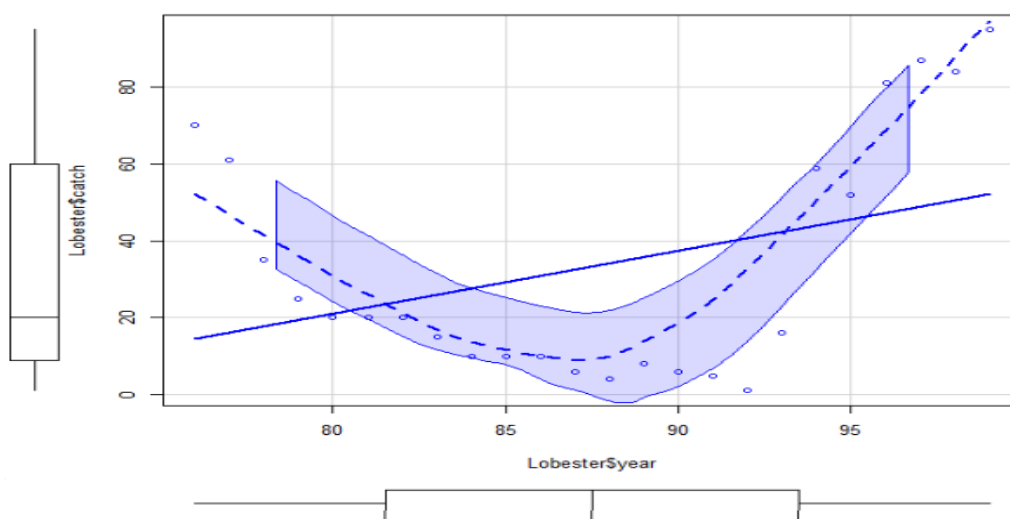
رویکرد مدل صید- محصول حداکثر پایدار براساس وارد نمودن مقادیر اولیه پارامترهای ورودی (اطلاعات اولیه محقق) و شبیه‌سازی روش مونت‌کارلو (روش حل مسئله با کمک نمونه‌گیری تصادفی تکرارشونده) با ۱۰۰۰۰ بار تکرار مدل‌سازی برحسب توزیع احتمالات صورت پذیرفته و مقادیر پارامترهای محاسباتی (خروجی) و حدود اطمینان آن‌ها را با درصد‌های مختلف اندازه‌گیری می‌نماید. برای محاسبه پارامترها و بررسی وضعیت ذخیره داده‌های حداقلی گونه‌های مختلف، متفاوت بوده و حداقل ۵ سال داده صید (گونه با تاب‌آوری^۱ بالا و متوسط یعنی نرخ رشد ذاتی بالای ۰/۵) یا حداقل ۱۰ سال داده صید (گونه با تاب‌آوری کم و خیلی کم یعنی نرخ رشد ذاتی کم‌تر از ۰/۵) نیاز می‌باشد (۲۳). براساس مطالعات گذشته در این منطقه (۱۶) نرخ ذاتی افزایش جمعیت این گونه ۰/۲-۰/۸ (گونه با نرخ ذاتی افزایش جمعیت متوسط) در نظر گرفته شد.

- 2- Surplus Production Model (SGSPM) Graham-Schaefer
- 3- Intrinsic growth rate (IGR)
- 4- Carrying Capacity (CC)
- 5- Fishing mortality of maximum sustainable yield (Fmsy)
- 6- Biomass of maximum sustainable yield (Bmsy)

- 1- Resilience

نتایج

میانگین صید (Ci) شاه‌میگو خاردار برای این دوره مورد مطالعه 33 ± 6 تن با ۹۵ درصد فاصله اطمینان ۲۷-۳۹ تن بوده و میزان صید طی دوره مورد مطالعه افزایش یافته ($R=0.37$) است (شکل ۲). میزان صید از سال ۱۳۷۶ تا سال ۱۳۹۲ روند کاهشی داشته و پس از آن، روند افزایشی را نشان می‌دهد. کم‌ترین میزان صید شاه‌میگو خاردار در استان سیستان و بلوچستان مربوط به سال ۱۳۹۲ (۱ تن) بوده و بیش‌ترین میزان صید در سال ۱۳۹۹ (۹۵ تن) ثبت گردیده است.



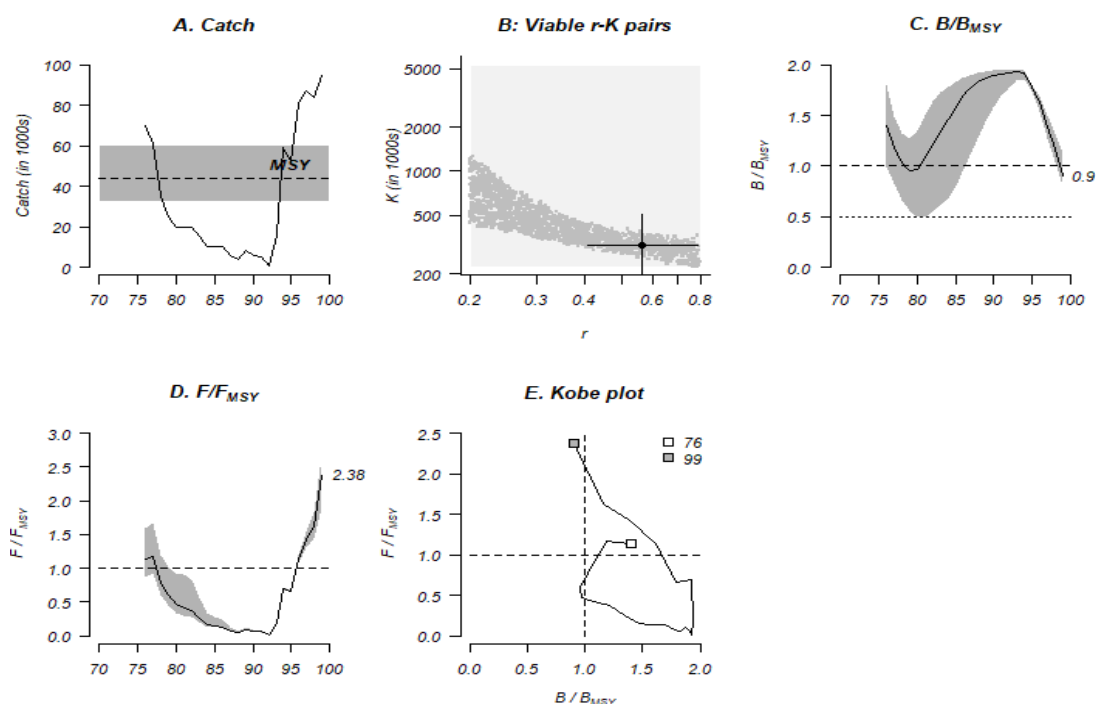
شکل ۲- روند تغییرات صید (Ct) سالانه (yr) ذخیره شاه‌میگو خاردار در آب‌های شمالی دریای عمان (استان سیستان و بلوچستان).

هم‌چنین میزان بیوماس موجود هم حدود (B_t) در سال آخر (۱۳۹۹) مدل سازی (۱۷۰-۱۲۰) ۱۴۰ تن تخمین زده شد (شکل ۳).

اشباعیت (S) از فرمول $S = B / K = 0.5 * B / B_{MSY}$ محاسبه می‌شود. وضعیت صیادی معمولاً براساس میزان شاخص زی‌توده موجود به زی‌توده حداکثر محصول پایدار (B/B_{MSY}) و هم‌چنین میزان شاخص مرگ و میر صیادی موجود به مرگ و میر صیادی حداکثر محصول پایدار (F/F_{MSY}) ارزیابی می‌شود (۲۱). به منظور آنالیزها و تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم‌افزار R studio (1.1.446) بسته فیش متد^۱؛ سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و حدود اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد.

مدل صید- محصول حداکثر پایدار (CMSY): در این پژوهش بیوماس نسبی اولیه ۰/۵-۰/۹ و بیوماس نسبی انتهایی ۰/۴-۰/۸ و محدوده اولیه ظرفیت برد محیطی ۲۲۲-۵۳۲۰ تن در نظر گرفته شد. میزان شاخص ($B/B_{MSY}=0.9$) (۰/۸-۱/۱۴) و میزان $F/F_{msy}=2/38$ (۱/۸۹-۲/۶۷) حدود (۳۲-۶۰) ۴۵ تن برآورد شده طی دوره زمانی یاد شده نشان‌دهنده وضعیت بهره‌برداری بیش از بهینه بوده و

- 1- Saturation (S)
- 2- (Fishery Science Methods and Models) Fishmethods

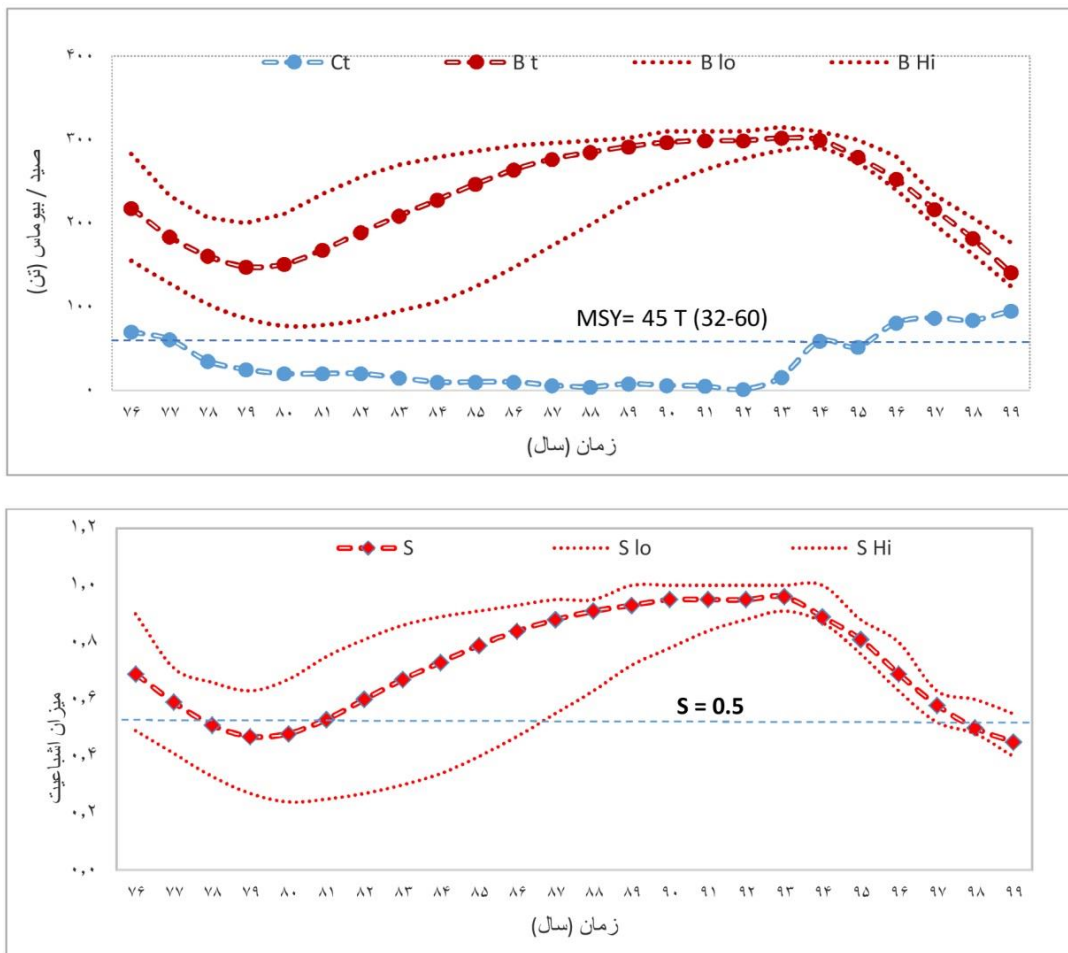


شکل ۳- شاخص‌های مرتبط با وضعیت ذخایر شاه‌میگو خاردار در آب‌های شمالی دریای عمان (استان سیستان و بلوچستان).

محصول پایدار (B_{MSY}) و نرخ رشد لحظه‌ای جمعیت (r) در سال آخر (۱۳۹۹) مدل‌سازی به‌ترتیب ۳۱۳ (۱۹۲-۵۱۰) تن، ۱۵۶ (۹۵-۲۵۵) تن و ۰/۷۸-۰/۴ (۰/۵۵-۰/۴۵) S (اشباعیت) به‌دست آمد که در پنج سال اخیر (بعد از سال ۱۳۹۴) روند کاهشی را نشان می‌دهد (شکل ۴).

با توجه به طرح کوب^۱ که نشان‌دهنده گرافیکی مقادیر و روند نسبت‌های F/F_{MSY} و B/B_{MSY} است، می‌توان گفت: افزایش میزان مرگ و میر صیادی و کاهش بیوماس موجود از سال ۱۳۹۴ شروع شده و هم‌چنان ادامه دارد. میزان بیوماس موجود در شکل ۴ نشان‌دهنده روند کاهشی بیوماس این گونه بوده است. میزان ظرفیت برد محیطی (K)، بیوماس حداکثر

1- Kobe plot



شکل ۴- تغییرات صید (C)، بیوماس حاضر (Bt) و حد بالا (B Hi) و حد پایین (B Lo) بیوماس؛ اشباعیت حاضر (S) و حد بالا (S Hi) و حد پایین (S Lo) اشباعیت ذخیره شاهمیگو خاردار در آب‌های شمالی دریای عمان (استان سیستان و بلوچستان).

بحث و نتیجه‌گیری

شاهمیگو گونه پانلیروس هماروس از آبزیان مهم شیلاتی و مهم‌ترین شاهمیگوی سواحل جنوبی ایران می‌باشد و بر این اساس بررسی زیست‌شناسی گونه، پایش و ارزیابی جمعیت و مدیریت ذخائر آن مهم می‌باشد (۷). ذخیره شاهمیگو خاردار از جمله آبزیان کفزی است که در چند سال اخیر میزان صید آن در آب‌های جنوب کشور روند افزایشی را نشان می‌دهد. طی دو دهه اخیر، به علت ممنوعیت صید این آبزی از سال ۱۳۸۵، میزان صید تا سال ۱۳۹۲ روند کاهشی داشته و پس از آن، روند افزایشی را نشان می‌دهد.

مدلسازی از روند تغییرات صید ذخایر شاهمیگو خاردار: از سال ۱۳۸۵ مقررات ممنوعیت صید این آبزی را اعمال نموده و آمارهای سازمان شیلات طی چند سال اخیر روند صید افزایشی این گونه‌ها را نشان داده و به طوری که صید سالانه آن از ۷۰ تن در سال ۱۳۷۶ به حدود ۹۵ تن در سال ۱۳۹۹ رسیده است و مدلسازی خطی پیش‌بینی روند صید این ذخایر روند افزایشی را نشان می‌دهد و در آینده نزدیک بالایی ۱۰۰ تن خواهد رسید و معادله خطی پیش‌بینی به صورت $Y(\text{catch}) = 1/63 (\text{Year}) + 12/94$ به دست آمد.

زی توده موجود به حداکثر محصول پایدار (B/B_{MSY}) و میزان شاخص مرگ و میر صیادی موجود به مرگ و میر صیادی حداکثر محصول پایدار (F/F_{MSY}) است. وضعیت صید ذخیره شاه میگو خاردار در شمال دریای عمان براساس میزان شاخص بیوماس موجود به بیوماس حداکثر محصول پایدار (B/B_{MSY}) و روند نزولی آن و با در نظر گرفتن روند نسبت میزان مرگ و میر صیادی موجود به مرگ و میر حداکثر محصول پایدار (F/F_{MSY}) که افزایشی بوده و بالاتر بودن صید فعلی از میزان صید حداکثر محصول پایدار، نشان دهنده وجود داشتن صید کامل به سمت صید بی رویه در جمعیت و ذخیره است (۲۶). وضعیت صیادی براساس شاخص های مختلفی ارزیابی می شود و یکی از این شاخص ها B/B_{MSY} ارزیابی می شود و به سه بخش کلی تقسیم می گردد: مقدار B/B_{MSY} بزرگتر و مساوی عدد $1/5$ به معنی وضعیت صید کم تر از بهینه^۱، بین $1/5$ تا $0/5$ به معنی وضعیت بهره برداری کامل^۲ و بین $0/5$ تا $0/2$ به معنی وضعیت صید بیش از بهینه^۳ و مقادیر کم تر از $0/2$ به معنی وضعیت کاهش شدید در ذخیره^۴ است (۲۷ و ۲۸).

تقسیم بندی های مختلفی برای بررسی میزان صید بی رویه در جهان وجود دارد، براساس تقسیم بندی Lam و Pauly (۲۹)، ۵ بخش برای این امر با رنگ بندی مختلف (آبی = حداقل، سبز = کم، زرد = متوسط، نارنجی = زیاد، قرمز = بیشترین) در نظر گرفته شده است (جدول ۱). با در نظر گرفتن میزان صید بی رویه (وزن) کل شاه میگو خاردار در استان سیستان و بلوچستان، میزان صید بی رویه (میزان بهینه صید به میزان صید فعلی) این گونه در سال ۱۳۹۹ بیش از ۴۷ درصد بوده و در وضعیت قرمز قرار دارد.

به نظر می رسد هم زمان با افزایش قیمت این آبری در کشور همسایه (پاکستان) از سال ۱۳۹۳ روند صید و انتقال آن (قاچاق شاه میگو) به این کشور گسترش زیادی یافته است. با در نظر گرفتن روند افزایشی صید سال های اخیر، نیاز به اطلاعات به روز شده در خصوص ذخایر این گونه احساس می شود.

نرخ ذاتی افزایش جمعیت 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 جمعیت های تخلیه شده است (۲۴). براساس نرخ ذاتی افزایش جمعیت $0/56$ ($0/4-0/78$) به دست آمده، شاه میگو خاردار جزء گونه های با تاب آوری متوسط می باشد (۲۵). طبقه بندی گونه ها براساس نرخ ذاتی افزایش جمعیت به صورت زیر است. مقادیر نرخ رشد ذاتی $0/6-1/5$ نشان دهنده گونه با تاب آوری بالا، مقدار $0/2-1$ نشان دهنده گونه با تاب آوری متوسط، مقدار $0/05-0/5$ گونه با تاب آوری کم و مقادیر کم تر از $0/1-0/15$ نشان دهنده گونه با تاب آوری کم می باشد (۱۹ و ۲۰). بین پارامتر r و سایر پارامترهای تاریخچه حیات رابطه معنی داری وجود داشته است (۲۱). در مطالعات فروز و همکاران (۲۰ و ۲۳)، میزان پارامتر r تقریباً معادل ۲ برابر مرگ و میر صیادی حداکثر محصول پایدار (F_{MSY}) است. در این مطالعه نیز همانند مطالعات گذشته میزان پارامتر r ($0/56$) در حدود دو برابر مرگ و میر صیادی حداکثر محصول پایدار ($F_{MSY}=0/29$) به دست آمد.

پایه های روش برآورد ذخیره براساس میزان صید و رشد جمعیت به وسیله Martell و Froese (۱۹) گذارده شده و بعد از آن به علت اهمیت موضوع نقاط مرجع شیلاتی و کمبود اطلاعات در مورد آن ها، به وسیله پژوهشگران دیگر کامل گردید (۲۰). یکی از خروجی های با اهمیت این روش، میزان شاخص

- 1- Under exploited
- 2- Fully exploited
- 3- Overexploited
- 4- Collapsed

صید ذخیره شاه‌میگو خاردار در کشور اندونزی به تحت فشار بودن و کاهش شدید نسبت ذخیره مولدین^۱ این گونه دلالت داشته و روند صید شاه‌میگو خاردار در این کشور افزایشی (از ۴۰۰۰ تن در سال ۲۰۰۰ به بیش از ۱۶۰۰۰ تن در سال ۲۰۰۶) گزارش شده است (۳۰).

مطالعه خصوصیات‌های جمعیتی و زیستی شاه‌میگو خاردار (پانیلروس هماروس) در کشور عمان صورت گرفته و میزان صید بهینه این گونه را ۲۷۶ تن در سال اعلام نموده و روند صید این گونه را کاهش (بیش از ۲۰۰۰ تن در سال ۱۹۸۶ به کم‌تر از ۴۰۰ تن در سال ۲۰۰۶) گزارش نمودند (۱۷). هم‌چنین آنالیز وضعیت

جدول ۱- طبقه‌بندی‌های مختلف درصد صید بی‌رویه براساس وزن، تقسیم‌بندی Lam و Pauly (۲۹).

شاخص	حداقل (آبی)	کم (سبز)	متوسط (زرد)	زیاد (نارنجی)	بیش‌ترین (قرمز)
درصد صید بی‌رویه (براساس وزن)	۱۰-۰	۱۸-۱۰	۳۱-۱۸	۴۷-۳۱	۱۰۰-۴۷

بوده و آن را تغییر می‌دهد (۲۱). این پژوهش نشان می‌دهد که میزان برداشت سالانه این ذخیره در استان سیستان و بلوچستان به بیش از مقدار حداکثر محصول پایدار از ذخیره این گونه رسیده و جهت کاهش میزان صید و تلاش صیادی باید تدابیری اندیشیده شود.

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طورکلی براساس شاخص‌های مورد مطالعه چون میزان بیوماس موجود به بیوماس حداکثر محصول پایدار (B/B_{MSY})، میزان مرگ و میر صیادی موجود به مرگ و میر حداکثر محصول پایدار (F/F_{MSY})، حداکثر محصول پایدار از فرمول (MSY)، میزان اشباعیت (S) ذخیره شاه‌میگو خاردار در استان سیستان و بلوچستان به سمت بهره‌برداری بی‌رویه بوده و به‌نظر می‌رسد کاهش تلاش صیادی، وضعیت این ذخیره را در شرایط مناسب‌تری در طولانی‌مدت قرار داده و منافع بهره‌برداران و جامعه صیاد را بیش‌تر تامین نماید. بازسازی ذخایری که دچار صید بی‌رویه شده‌اند، در زمان کوتاه بعید به‌نظر می‌رسد به‌خاطر این‌که بازسازی یک ذخیره معمولاً به زمانی دو تا سه برابر زمان تجدید نسل گونه نیاز دارد (۲).

یکی از شاخص‌های مهم نقاط مرجع زیستی^۲ میزان اشباعیت (S) است که نسبت میزان بیوماس به ظرفیت برد محیطی (B/K) بوده و این شاخص برای این گونه سواحل شمالی دریای عمان ۰/۴۵ به‌دست آمد و در دامنه ۰/۲-۰/۶ بوده که نشان‌دهنده میزان متوسط تهی شدن^۳ ذخیره می‌باشد (۳۱). 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 (۳۲ و ۳۳). به‌طورکلی میزان بهینه این نسبت در گونه‌های مختلف، متفاوت بوده و معمولاً بین ۳۰-۶۰ درصد 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 ۲۰-۳۰ درصد در نظر گرفته شده و کم‌تر از این مقدار نشان‌دهنده کاهش شدید در ذخیره می‌باشد (۳۴). 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 برد محیطی مؤثر

- 1- Spawning Potential Ratio (SPR)
- 2- Biological Reference Points (BRP)
- 3- Medium depletion

منابع

1. FAO. (2020). FAO Global Capture Production database updated to 2020-Summary information. Fisheries Statistical Yearbook, Iranian Area. 2017. Fisheries Administration, Council of Agriculture, Executive Tehran. 20 p.
2. FAO. (2018). The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome. Licenses: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 227 p.
3. Taghvimotoagh, S. A., Akhundi, M., & Shiraei, A. S. (2006). Analysis of fishing process and fishing potential based on statistics and catch data in Gulf and Oman waters. *Journal of Fisheries Science of Iran, Journal of Fisheries Research*, 15 (3), 45-35.
4. Amini Rad, T. (2017). Assessment of stock and determination of the distribution pattern of the dominant species of sea cucumbers in the coastal waters of Sistan and Baluchistan province. Fisheries Science Research Institute. Off- Fisheries Science Research Center (Chabahar). 155 p.
5. Phillips, F. B. (2006). Lobsters: Biology, management, aquaculture and fisheries. Blackwell Publishing Ltd. First edition. 536 p.
6. Radhakrishnan, E. V., Phillips, B. F., & Achamveetil, G. (2019). Lobsters: Biology, Fisheries and Aquaculture. Springer Nature Singapore Pte Ltd. ISBN 978-981-32-9094-5. <https://doi.org/10.1007/978-981-32-9094-5>.
7. Phillips, B. F., & Melville-Smith, R. (2006). *Panulirus* Species: Chapter 11. In Lobsters: Biology, management, aquaculture and fisheries (BF Phillips ed.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 359-384.
8. Thangaraja, R., Radhakrishnan, E. V., & Chakraborty, R. (2015). Stock and population characteristics of the Indian rock lobster *Panulirus homarus homarus* (Linnaeus, 1758) from Kanyakumari, Tamil Nadu, on the southern coast of India. *Indian J. Fish.* 62 (3), 21-27.
9. Phillips, F. B. (2013). Lobsters: Biology, management, aquaculture and fisheries. Blackwell Publishing Ltd. Second edition, 503 p.
10. Zarshinas, G. (1990). Species identification and distribution of Spiny Lobster in the waters of southern Iran, final report of the research project, *Chabahar Far Water Fisheries Research Center*. 39 p.
11. Sari, A. R. (1991). Biosystematic survey of Spiny Lobster, master's thesis, University of Tehran. 119 p.
12. Shoghi, H. (1996). Investigating and determining the standard size of the first maturity size and reproductive stages of the dominant species of Spiny Lobster, *Panulirus homarus*, Off- Shore Fisheries Research Center - Chabahar. 59 p.
13. Mazloumi, M. (1998). The study of some biological parameters of spiny Lobster, *Panulirus homarus* in one year and comparing the results of past years. Master's thesis in marine fish biology, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University. 69 p.
14. Fatemi, M. R. (1998). Population dynamics and assessment of king shrimp stocks in Chabahar region (with emphasis on the dominant species *Panulirus homarus*), Doctoral thesis of Science and Research Unit of Islamic Azad University. 89 p.
15. Mashai, N. (2000). Investigating the status of commercial exploitation of king shrimp from the waters of Sistan and Baluchistan. Chabahar. Off-Shore Fisheries Research Center. 163 p.
16. Azir, M. (2017). Investigating some biological characteristics of Spiny Lobster (*Panulirus homarus*) in order to optimize the fishing time in the coasts of Sistan and Baluchistan. Final report of the research project. Iranian Fisheries Research Institute. 68 p.
17. Al-Marzouqi, A., Al-Nahdi, A., Jayabalan, N., & Goenveld, J. C. (2007). An Assessment of the Spiny Lobster *Panulirus homarus* Fishery in Oman - Another Decline in the Western Indian Ocean? *Western Indian Ocean*, 6 (2), 159-174.
18. Situmorang, Y. M. L., Omar, S. B. A., & Tresnati, J. (2021). Carapace length-

- body weight relationship and condition factor of painted rock lobster *Panulirus versicolor* in Sorong waters, West Papua, Indonesia. *AACL Bioflux*. 14 (1), 519-535.
19. Martell, S., & Froese, R. (2013). A simple method for estimating MSY from catch and resilience. *Fish and Fisheries*. 14 (4), 504-514.
 20. Froese, R., Demirel, N., Gianpaolo, C., Kleisner, K.M., & Winker, H. (2016). Estimating fisheries reference points from catch and resilience. *Fish and Fisheries*. 18 (3), 506-526. **doi:10.1111/faf.12190.**
 21. Zhou, S., Punt, A. E., Smith, A. D. M., Ye, Y., Haddon, M., Dichmont, C. M., & Smith, D. C. (2017). An optimized catch-only assessment method for data poor fisheries. – *ICES Journal of Marine Science*, 1 (2), 20-26. **doi:10.1093/icesjms/fsx226.**
 22. Iran Fisheries Organization (IFO). (2022). Department of Statistics; *Fishery Statistics Yearbook*. 25 p.
 23. 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*, 51 (1), 230-237.
 24. 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. 74 p.
 25. Froese, R., & Pauly, D. eds. (2015). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version. (10/2015), **accessed at www.fishbase.org in November/ December 2015.**
 26. Arrizabalaga, H., Murua, M., & Majkowski, J. (2012). Global status of tuna stocks: summary sheets. Revista de Investigación Marina, *AZTI-Tecnalia*, 19 (8), 645-676.
 27. Anderson, S. C., Branch, T. A., Ricard, D., & Lotze, H. K. (2012). Assessing global marine fishery status with a revised dynamic catch-based method and stock-assessment reference points. *Journal of Marine Science*, 1 (2), 20-26. **doi:10.1093/icesjms/fss105.**
 28. Branch, T. A., Jensen, O. P., Ricard, D., Ye, Y., & Hilborn, R. (2011). Contrasting global trends in marine fishery status obtained from catches and from stock assessments. *Conservation Biology*, 25 (1), 777-786.
 29. Pauly, D., & Lam, V. W. Y. (2016). Chapter 6.1: The Status of fisheries in large marine ecosystems, In IOC-UNESCO and UNEP (2016). Large marine ecosystem: Status and trends. United Nations Environmental Programme, Nairobi, pp. 113-137.
 30. Suryandari, A. (2018). Life history and stock status of scalloped spiny lobster (*Panulirus homarus*) in Prigi Bay, East Java Province, Indonesia: analyzing the potential for stock enhancement. United Nations University Fisheries Training Programme, Iceland final project. **http://www.unuftp.is/static/fellows/document/Astri17prf.pdf.**
 31. 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 No. 2. Bay, Laguna, Philippines. p. 58.
 32. 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.* 7, 483993. **doi: 10.3389/ fmars. 2020.483993.**
 33. Kindong, R., Sarr, O., Wu, F., & Tian, S. (2022). Length-Based Assessment Methods for the Conservation of a Pelagic Shark, *Carcharhinus falciformis* from the Tropical Pacific Ocean. *Fishes*, 7 (184), 1-15. **https://doi.org. 10.3390/ fishes7040184.**
 34. Gabriel, W. L., & Mace, M. M. (1999). A Review of Biological Reference Points in the Context of the Precautionary Approach. 5th NMFS NSAW. NOAA Tech. Memo. NMFS-F/SPO-40. pp. 35-45.