

Investigating the Impact of Illegal Fishing on the Sustainability of Marine Resources

(Case Study of Mazandaran Province)

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article	Protecting natural resources to meet the needs of future generations is a key part of sustainable development. So, fishing in the Caspian Sea should be done in a way that keeps these resources from running out. The Caspian Sea is a closed area. Therefore, any harvesting should be monitored under scientific supervision. Therefore, the aim of this study is to determine the sustainable extraction levels of demersal fish from the Caspian Sea. To achieve this goal, the Schaefer model has been employed. The data used in this study consist of time series data from the years 2008 to 2022. The Schaefer model estimated a maximum sustainable yield (MSY) of 3,221 tons with an optimal fishing effort of 11,688 fishing trips. However, the results indicate that the catch obtained from the Schaefer model is less than the current amount, suggesting an overexploitation of resources. Specifically, 41% of the catch is obtained illegally, indicating a significant threat to the sustainability of the resource. Therefore, continuing the current trend of increasing illegal catches and excessive exploitation of the sea will jeopardize the stability of the resource. Therefore, to prevent or reduce illegal fishing, it is essential to implement regulatory and managerial restrictions by the Fisheries Organization.
Article history: Received	
Received in revised form	
Accepted	
Published online	
Keywords: <i>Resource Assessment, Maximum Sustainable Yield, The Caspian Sea, Surplus Production Model, Schaefer Model.</i>	
Cite this article:	
 © The Author(s). DOI: http://doi.org/000000000000000000000000	Publisher: University of Tehran Press.

Extended Abstract

Objectives

Effective management of fisheries plays a vital role in safeguarding marine resources for future generations. The Caspian Sea, as the largest enclosed inland water body on the planet, contains significant fish stocks, especially sturgeon and demersal species. Nevertheless, excessive harvesting and illegal fishing practices directly undermine the sustainability of these resources. The continued depletion of these fish stocks poses serious risks to marine biodiversity, regional economic stability, and food security. In this study, we estimate the maximum sustainable yield (MSY) and identify the corresponding optimal fishing effort for demersal fish in Mazandaran province of the Caspian Sea by applying the Schaefer surplus production model. By determining biologically sustainable harvest limits, this research supports the formulation of policy measures aimed at ensuring long-term ecological integrity and economic sustainability in the fisheries sector.

Methods

The research utilizes time-series data from 2008 to 2022 obtained from the Iranian Fisheries Organization. We applied the Schaefer model. This assessed the relationship between fishing effort and fish stock sustainability. This model is widely utilized in fisheries science as it provides a quantitative assessment of the balance between fish stock regeneration and fishing activity. The model estimates key parameters, including the intrinsic growth rate (r), catchability coefficient (q), and carrying capacity (K), to determine the optimal fishing effort (EMSY) and the maximum sustainable yield (MSY). Statistical validation of the model was performed using econometric techniques with the EViews 10 software, ensuring robustness in parameter estimation. Additionally, diagnostic tests were conducted to confirm the reliability of the results.

Results

The findings indicate that the maximum sustainable yield (MSY) for demersal fish in the Caspian Sea is estimated at 3,221 tons, with an optimal fishing effort (EMSY) of 11,688 fishing trips. However, the actual recorded fishing effort was 17,680 trips, resulting in a total catch of 5,646 tons, significantly exceeding the sustainable threshold. Notably, illegal fishing accounted for 41% of the total catch, indicating severe overexploitation. The excessive fishing effort beyond the estimated EMSY suggests that the fishery is operating at an unsustainable level, which may lead to stock depletion in the near future. The persistence of current fishing practices threatens the long-term viability of the fishery, resulting in economic losses for fishing communities and ecological imbalance in the Caspian Sea.

Discussion

The study highlights the urgent need for stricter regulations and enforcement measures to mitigate illegal fishing in the Caspian Sea. Sustainable fisheries management policies should include monitoring and controlling fishing effort, implementing stricter penalties for illegal fishing, and promoting alternative livelihood opportunities for local fishermen. Additionally, regional cooperation among Caspian Sea nations is essential to ensure a coordinated approach to fisheries management. Strengthening data collection and reporting mechanisms can improve the accuracy of stock assessments, enabling policymakers to implement evidence-based management strategies. The results suggest that if illegal and excessive fishing practices continue, the depletion of fish stocks will become inevitable, jeopardizing food security and economic stability in the region. Thus, immediate intervention is necessary to ensure the long-term sustainability of the Caspian Sea's fishery resources. Encouraging community-based management initiatives, investing in modern fishing technologies to reduce bycatch, and raising awareness about the environmental and economic implications of overfishing are crucial steps toward a sustainable future.

مطالعه اثر صید غیر مجاز بر پایداری ذخایر دریایی ماهیان استخوانی

(مطالعه موردی: استان مازندران)

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:

تاریخ بازنگری:

تاریخ پذیرش:

تاریخ انتشار:

کلیدواژه‌ها:

ارزیابی ذخایر، حداکثر برداشت پایدار،

دریای خزر، مدل تولید مازاد، مدل

شیفر

استناد:

DOI: <http://doi.org/00000000000000000000000000000000>



© نویسندگان.

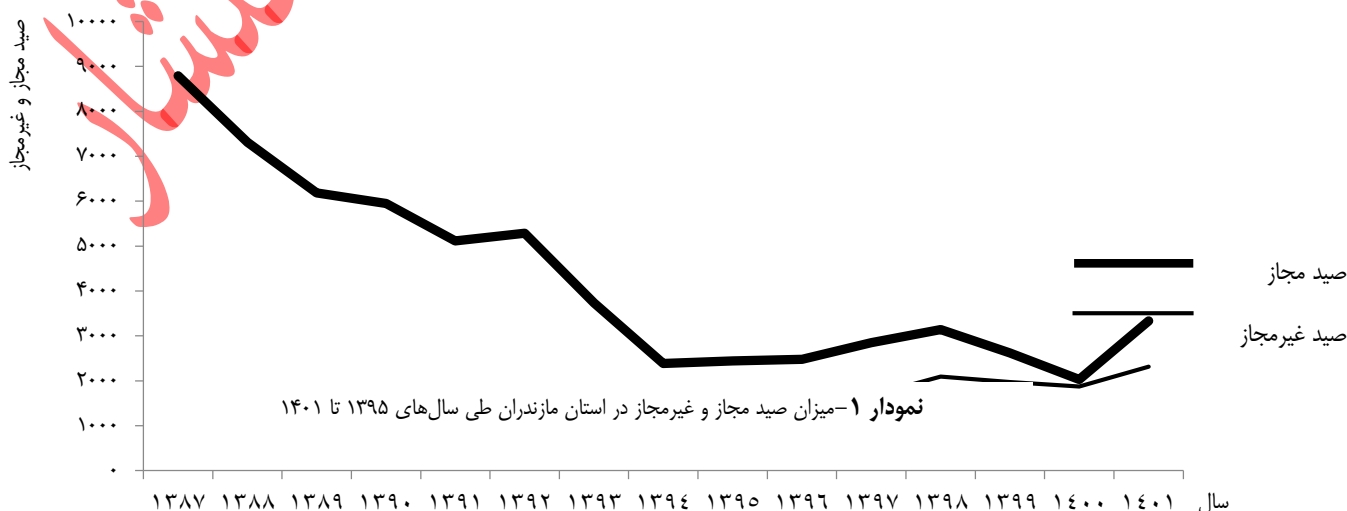
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

منابع دریایی، به‌ویژه ذخایر ماهیان استخوانی، نقشی حیاتی در تأمین امنیت غذایی و معیشت میلیون‌ها نفر در سراسر جهان ایفا می‌کنند. با این حال، بهره‌برداری ناپایدار از این منابع، چالش‌های جدی را برای نسل‌های حاضر و آینده ایجاد کرده است. با توجه به منابع غنی آبی کشورها، صنعت ماهیگیری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین موارد در تولید ناخالص داخلی، اشتغال و صادرات در این کشورها مطرح است. لذا صید مجاز ماهی باعث افزایش تولید و اشتغال، کاهش فقر و بیکاری در نواحی دورافتاده ساحلی و نیز رونق کسب‌وکار صیادان و آبروی پروران می‌شود (Iranian Union of Fisheries Production and Trade, 2017). در دهه اخیر کشورهای صنعتی تلاش به ترغیب مردم در مصرف آبریان را در دستور کار خود قرار دادند (Strategic Research Center, 2012). برخلاف تلاش‌های صورت گرفته برای ریشه‌کن کردن گرسنگی در دنیا، اما جمعیت گرسنه در جهان رو به افزایش است (FAO, 2021). بر اساس تخمین‌های صورت گرفته جمعیت دنیا تا سال ۲۰۵۰ به حدود بیش از ۱۰ میلیارد نفر خواهد رسید و افزایش درآمد در کشورهای سطح پایین و متوسط باعث افزایش تقاضا برای غذا خواهد شد که در صورت عدم وجود مدیریت بهینه موجب افزایش روند گرسنگی و سوءتغذیه خواهد شد (FAO, 2021).

(2021). دریای خزر به عنوان بزرگ‌ترین دریاچه جهان در بین پنج کشور آذربایجان، ایران، ترکمنستان، روسیه و قزاقستان واقع شده است که به دلیل وجود ذخایر ماهیان خاویاری و استخوانی، جایگاه ویژه‌ای در جهان دارد. تمام دانشمندان به دلیل کمیابی ماهیان خاویاری در این منطقه، تلاش می‌کنند تا این ذخایر مهم حفظ شود و دولت‌های هم‌جوار نیز به دلیل ارزآوری بالای حاصل از فروش ماهی خاویار، توجه ویژه‌ای به حفظ آن دارند؛ اما با وجود وسعت گسترده دریا، فعالیت هزاران صیاد، بهره‌برداری از ذخایر ماهیان استخوانی و توسعه سواحل دریا به خصوص در استان‌های شمالی، محافظت از ذخایر ماهیان استخوانی و خاویاری را با چالش‌هایی روبه‌رو کرده است که از جمله عمده‌ترین چالشی که گریبان‌گیر بخش شیلات شده است برداشت بیش از حد ماهیان استخوانی در سال‌های اخیر است. بر اساس گزارش‌های رسمی سازمان شیلات ایران، در سال ۱۴۰۱، حدود ۴۱ درصد از کل صید ماهیان استخوانی در استان مازندران، به صورت غیرمجاز انجام شده است. این میزان، معادل ۳۲۲۱ تن ماهی است که خسارات قابل توجهی را به ذخایر دریایی و اقتصاد منطقه وارد می‌کند. بر اساس قوانین و مقررات جاری جمهوری اسلامی ایران، صید غیرمجاز به فعالیت‌هایی اطلاق می‌شود که بدون رعایت ضوابط قانونی و مجوزهای لازم صورت می‌گیرند. صید غیرمجاز باعث صید جانبی بچه ماهی و دیگر گونه‌های غیر هدف می‌شود که منجر به کاهش ذخیره ماهیان در سال‌های آینده و کاهش پایداری ذخیره و به خطر افتادن امنیت غذایی می‌شود (Abila & Kisumu, 2003). از طرفی هم صید غیرمجاز باعث کاهش درآمد صیادان مجاز و درآمد دولت می‌شود، زیرا با افزایش میزان صید غیرمجاز، میزان دسترسی به ذخایر توسط صیادان مجاز کاهش می‌یابد و در نهایت صید غیرمجاز منجر به نابرابری‌های اجتماعی می‌شود زیرا باعث می‌شود ماهیگیران قانونی صید خود را از دست بدهند و در نتیجه به اشتغال آن‌ها ضربه وارد بشود (Kariuk & Markovina, 2012).

بر اساس داده‌های دریافتی از سازمان شیلات ایران، میزان صید غیرمجاز از طریق مقایسه میان صید کل ثبت شده و صید مجاز گزارش شده برآورد شده است. بدین صورت که ابتدا میزان کل صید (اعم از مجاز و غیرمجاز) و میزان مجاز صید ثبت شده توسط نهادهای رسمی (از جمله دفاتر ساحلی و تعاونی‌های صیادی) مشخص شده و سپس با کسر صید مجاز از صید کل، مقدار صید غیرمجاز تخمینی به دست آمده است. در کنار این اطلاعات، داده‌های مربوط به میزان کل تخم‌ریزی نیز به منظور پایش سطح زادآوری و پتانسیل بازسازی ذخایر در نظر گرفته شده‌اند. با توجه به نمودار ۱، از سال ۱۳۸۷ تاکنون میزان صید غیرمجاز روند افزایشی داشته است به طوری که از سال ۱۳۸۷ الی ۱۴۰۱ به طور متوسط میزان صید غیرمجاز برابر با ۱۷۶۳ تن است. طبق مطالب ذکر شده، میزان صید غیرمجاز از سال ۱۳۸۷ روند افزایشی را در پیش گرفته است به طوری که صید غیرمجاز در سال ۱۴۰۱ حدود ۴۱ درصد از کل صید را شامل شد، نکته بسیار مهم در طی پانزده سال اخیر این است که میزان صید غیرمجاز در این بازه مطالعاتی به بالاترین میزان خود رسیده است (Deputy Office of Fisheries, 2022).



در ادامه این مقاله برای تدوین روش‌شناسی مناسب بررسی وضعیت میزان صید و پایداری ذخایر دریایی به برخی پژوهش‌های انجام‌شده در این زمینه پرداخته می‌شود.

Hengbin et al(2020) به استفاده از مدل شیفر برای ارزیابی جنبه‌های زیست اقتصادی و مدیریتی ماهیگیری در شاندونگ چین پرداختند. هدف از این مطالعه بررسی هم‌زمان وضعیت موجودی و کارایی اقتصادی منبع تجاری بسیار مهم صنعت ماهیگیری در چین برای دوره زمانی بین ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۶ است. به این منظور از مدل شیفر برای محاسبه سطوح مختلف برداشت و سطح تلاش مربوطه استفاده شد. این سطوح برای سه حالت بهره‌برداری یعنی حداکثر بازده پایدار (MSY)، حداکثر بازده اقتصادی (MEY) و بازده دسترسی باز (OAE) برآورد شد. در مدل MSY میزان برداشت، تلاش و درآمد حاصل از برداشت به ترتیب برابر با ۱۸۵۳۵۷ تن، ۳۵۶۲۴ تن و ۱/۸ میلیارد محاسبه شد، از طرفی همان پارامترهای محاسبه‌شده در مدل MEY به ترتیب برابر با ۱۳۷۱۷۷ تن، ۱۷۴۶۲ تن و ۵/۰۱ میلیارد و همچنین سطح برداشت و تلاش مربوطه در مدل OAE برابر با ۱۸۵۲۸۵ تن و ۳۴۹۲۴ تن بوده است. درآمد به‌دست‌آمده در MEY حدود سه برابر بیشتر از درآمد به‌دست‌آمده از MSY است، بنابراین نیاز مبرمی به ایجاد و اجرا سیاست‌هایی است که منابع شیلاتی محفوظ و پایدار بماند. Varghese et al(2020) به اجرای مدل تولید شیفر در فضای حالت بیزی برای ارزیابی وضعیت ذخایر برای ماهیگیری چند دنده در هند پرداختند. رویکرد استفاده‌شده در این مطالعه، استخراج سطوح مختلف برداشت پایدار ماهی خال‌مخالی^۴ با استفاده از داده‌های سری زمانی دوره ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۸ در مورد صید ماهی و تلاش ماهیگیری بر اساس مدل‌های ارزیابی ذخایر شیفر است، همچنین در این مقاله از روش مونت‌کارلو، یعنی حداکثر بازده پایدار (CMSY) نیز استفاده شد. میزان برداشت ماهی برآورد شده خال‌مخالی از حداقل ۶۴۱۸ تن تا حداکثر ۵۵۸۱۳ تن با میانگین برداشت ۲۰۵۵۱ تن متغیر بود. میزان برداشت ماهی خال‌مخالی از سال ۱۹۹۷ روند افزایشی داشته است که در سال ۲۰۱۴ به اوج خود رسیده است. میزان تلاش مربوطه برحسب ساعت ماهیگیری حداکثر ۳۹۸۲ ساعت و حداقل ۱۴۸ ساعت برآورد شده است. مقایسه بین هر دو روش BSM و CMSY نشان داد که برآوردها به هم نزدیک بودند. (Mardhatillah et al(2019) به بررسی کاربرد مدل شیفر در صید ماهی خال‌مخالی در آب اندونزی در سال ۲۰۱۹ پرداختند. این مطالعه باهدف ارزیابی تولید ماهیانه ماهی خال‌مخالی و حداکثر عملکرد پایدار با استفاده از مدل شیفر انجام‌شده است. این مطالعه به تخمین صید و حداکثر تلاش پایدار در بازه زمانی ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۸ پرداخت. نتایج برآورد الگو نشان داد که حداکثر صید پایدار در روش MSY برابر با ۱۵۰۶ تن در سال و میزان تلاش در روش MSY برابر با ۲۵۱۷ سفر در سال است اما میزان حداقل صید در این بازه زمانی مورد مطالعه برابر با ۶۴۱۸ تن بوده است که نشان‌دهنده آن است که صید بی‌رویه‌ای در این دوره اعمال شده است. (Haghi vayeghan & Agh(2022) به ارزیابی ذخایر شاه‌میگوی آب شیرین در سد ارس جهت ارائه مدیریت صید پایدار پرداختند. هدف از این مطالعه بررسی میزان پایداری ذخایر شاه‌میگو است. مدل استفاده‌شده در این مطالعه روش شیفر است. متغیر وابسته میزان صید مجاز ماهی شاه‌میگو و متغیر وابسته تلاش است. متغیر تلاش در نظر گرفته‌شده در این مطالعه تعداد تله در هر شبانه‌روز است. نتایج حاصل از برآورد الگو نشان داد که حداکثر میزان برداشت پایدار از منابع شاه‌میگو بین ۱۸ تا ۲۴ تن است، این نتایج نشان‌دهنده برداشت بیش‌ازحد از ذخایر این ماهیان است که منجر آسیب شدید به ذخایر و لطمه زدن به پایداری ذخایر ماهی شاه‌میگو می‌شود. Hashemi & Dostdar(2022) به تخمین صید بهینه ذخیره شاه‌میگوی خاردار در آب‌های شمالی دریای عمان (استان سیستان و بلوچستان) پرداختند. مدل استفاده‌شده در این تحقیق به‌منظور تعیین حداکثر صید پادار، مدل صید-محصول حداکثر پایدار است. میزان

^۱Maximum sustainable yield

^۲Maximum Economic yield

^۳ Open access ouput

^۴Mackerel

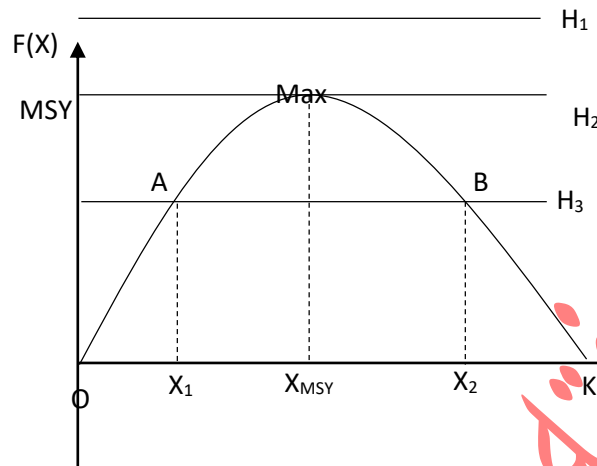
صید شاهمیگو استان سیستان و بلوچستان از سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۲ روند کاهشی را داشته و پس از آن روند افزایشی داشته است به طوری که کمترین میزان صید شاهمیگو استان سیستان و بلوچستان در سال ۱۳۹۲ بود که برابر با ۱ تن بوده است و بیشترین میزان برای سال ۱۳۹۹ بوده است که برابر با ۹۵ تن ثبت شده است. حداکثر صید برآورد شده در این مطالعه بین ۲۷ تا ۳۹ تن یاد شده اما میزان صید در واقعیت در سال ۱۴۰۱ برای شاهمیگوی خاردار برابر با ۴۵ تن است. این پژوهش نشان می‌دهد که میزان برداشت سالانه از ذخیره شاهمیگو به بیش از حداکثر میزان خود رسیده است. (Janbaz et al (2021 به ارزیابی صید و ذخایر کلیکای معمولی در سواحل ایرانی دریای خزر پرداختند. مدل استفاده شده در این مطالعه صید بیولوژیک قابل قبول (ABC) است. میزان صید، تلاش صیادی و صید در واحد تلاش کلیکا ماهیان در سال ۱۳۹۷ به ترتیب برابر با ۲۶۱۵۳ تن، ۹۳۹۰ شناور و ۲/۷۸۵ تن صید به ازای هر شناور بود، همچنین در سال ۱۳۹۸ نیز به ترتیب برابر با ۲۴۵۸۶ تن، ۹۰۳۲ شناور و ۲/۷۲۲ تن صید به ازای هر شناور بود. نتایج برآورد شده از مدل صید بیولوژیک قابل قبول برای کمترین و بیشترین میزان صید به ترتیب برابر با ۱۹۵۰۰ و ۲۰۵۰۰ است که در رویکرد احتمالی کمترین میزان صید را باید در نظر گرفت؛ بنابراین در این پژوهش میزان صید بیولوژیک قابل قبول برابر با ۱۹۵۰۰ تن برآورد گردید، در نتیجه میزان برداشت مجاز از ذخایر این ماهیان رعایت نشده است که به معنی آن است صید بیش از حد رخ داده است که منجر به ضربه زدن به ذخایر و پایداری کلیکا ماهیان دریای خزر خواهد شد.

با توجه به اینکه در مطالعات پیشین، پژوهشی یافت نشد که به طور خاص تأثیر صید غیرمجاز بر ذخایر ماهیان استخوانی دریای خزر و میزان صید غیرمجاز در استان مازندران را مورد بررسی قرار دهد، این تحقیق با استفاده از مدل شیفر، به برآورد حداکثر برداشت پایدار از این ذخایر در بازه زمانی ۱۳۸۷ تا ۱۴۰۱ پرداخته است. از این رو، در ادامه پس از بیان روش تحقیق، به ارائه نتایج و پیشنهادها پرداخته می‌شود.

روش تحقیق

حد بهینه برداشت، مقداری است که می‌توان از یک زیستگاه برداشت کرد بدون آنکه منجر به کاهش ذخایر ماهی‌ها شود. از دیدگاه بیولوژیست‌ها، زمانی که نرخ رشد ذخایر (W) با میزان برداشت (H) برابر باشد، ذخایر آیزی در حالت تعادل قرار دارند؛ یعنی در نقطه‌ای که حداکثر صید ممکن حاصل می‌شود و سطح بهینه تلاش صیادی را نشان می‌دهد. در واقع، از نظر آن‌ها، حداکثر صید پایدار (MSY) معادل سطحی از تلاش صیادی است که بیشترین درآمد صیاد را تضمین می‌کند، که این حالت در نقطه Max از نمودار (۲) مشخص شده است. در این نمودار، محور افقی نمایانگر سطوح مختلف برداشت از ذخایر بر حسب تن یا کیلوگرم و محور عمودی بیانگر سطح تلاش صیادی (بر حسب روز، دفعه، دام و...) است. نقطه X_{MSY} نیز نشان‌دهنده حداکثر برداشت پایدار بر اساس سطح تلاش بهینه (H₂) است. چنانچه میزان برداشت کمتر از حد بهینه باشد مثلاً در سطح (H₃)، نمودار دو نقطه A و B را نشان می‌دهد که نقطه A معرف تعادل ناپایدار و نقطه B معرف تعادل پایدار است. اما اگر برداشت به سطح H₁ برسد، به دلیل برداشت بیش از حد، ذخایر به تدریج تحلیل رفته و در نهایت نابود می‌شوند، که این امر منجر به عدم پایداری ذخایر خواهد شد (Tinç et al, 2008).

^aAcceptable biological catch



نمودار ۲- میزان برداشت از ذخیره و منحنی تابع رشد لجستیک (Tinch et al, 2008)

یکی از روش‌های تعیین حد بهینه برداشت استفاده از مدل‌های مازاد تولید است. تئوری‌های مرتبط با مدل مازاد بر این فرض استوارند که نرخ رشد ذخیره به وزن زنده وابسته است، به این معنا که اگر برداشت بیشتر از میزان تولید باشد، وزن زنده کاهش می‌یابد و اگر برداشت کمتر باشد، وزن زنده افزایش می‌یابد. زمانی که تنها آمار مربوط به صید و میزان تلاش در دسترس باشد، الگوهای تولید مازاد ساده‌ترین الگوی تحلیلی به منظور ارزیابی ذخایر ماهیان است که مدل شیفر به عنوان مهم‌ترین مدل مازاد مورد توجه است. در مدل شیفر با افزایش تلاش برای صید، میزان صید به ازای واحد تلاش به صورت خطی اتفاق می‌افتد و نکته مهم در ارتباط با مدل شیفر این است که با افزایش تلاش، میزان صید به ازای هر واحد تلاش کاهش می‌یابد و در نهایت به صفر می‌رسد.

به منظور تعیین حد بهینه برداشت ذخایر دریایی از رابطه (۱) که همان مدل شیفر است استفاده می‌شود:

$$\frac{\bar{U}_{t+1} - \bar{U}_{t-1}}{2\bar{U}_t} = r - \frac{r}{qk} \bar{U}_t - qE_t \quad (\text{رابطه ۱})$$

در معادله (۱)، U_{t+1} میانگین صید به ازای هر واحد تلاش در سال آتی، U_{t-1} میانگین صید به ازای هر واحد تلاش در سال گذشته، U_t میانگین صید به ازای هر واحد تلاش در سال جاری، E_t میزان تلاش در سال جاری، r نرخ رشد طبیعی، q ضریب صید پذیری و k ظرفیت تحمل زیست محیطی (حداکثر بیوماس) است.

به منظور سهولت در بیان نتایج، عرض از مبدأ الگو را به اختصار β_1 و ضریب عبارت‌های صید به ازای هر واحد تلاش β_2 و ضریب متغیر تلاش β_3 بیان شده است به عبارت دیگر رابطه (۱) به صورت رابطه (۲) برآورد خواهد شد:

$$y = \beta_1 - \beta_2 \bar{U}_t - \beta_3 E_t \quad (\text{رابطه ۲})$$

در این رابطه، y بیانگر نرخ تغییر نسبی میانگین صید به ازای هر واحد تلاش است که با استفاده از مقدار میانگین صید به ازای هر واحد تلاش در سال قبل، سال بعد و سال جاری محاسبه شده است یعنی $y = \frac{\bar{U}_{t+1} - \bar{U}_{t-1}}{2\bar{U}_t}$ و $\beta_1 = r$ و $\beta_2 = -\frac{r}{qk}$ و $\beta_3 = -q$ است.

بعد از برآورد رابطه (۲)، درنهایت جهت تعیین میزان تلاش متناسب با حداکثر برداشت پایدار و حداکثر برداشت پایدار به ترتیب از رابطه (۳) و (۴) استفاده خواهد شد:

$$E_{MSY} = \frac{r}{2q} \quad \text{رابطه ۳}$$

$$MSY = \frac{rk}{4} \quad \text{رابطه ۴}$$

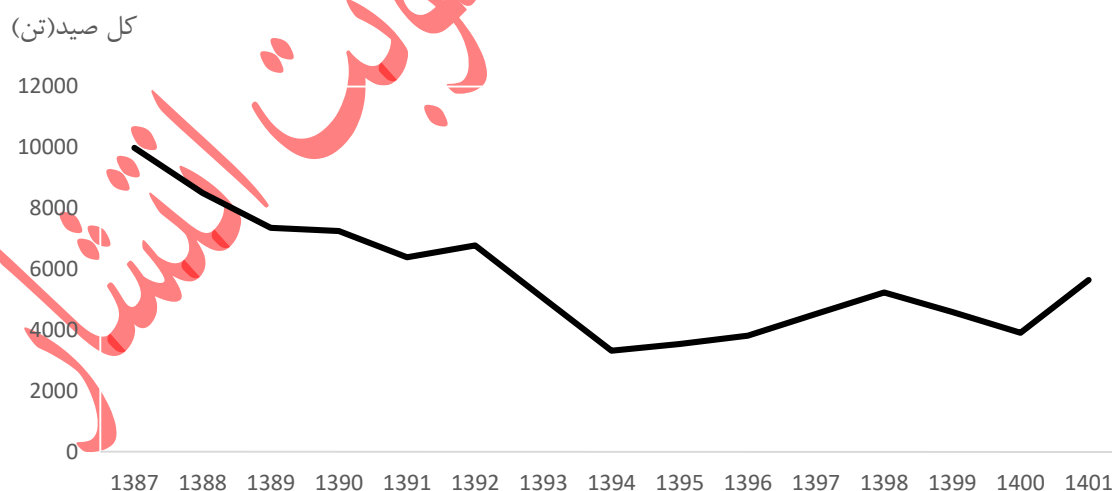
E_{MSY} = میزان تلاش متناسب با حداکثر برداشت پایدار

MSY = حداکثر برداشت پایدار

در این پژوهش اطلاعات موردنیاز جهت محاسبه حداکثر برداشت پایدار یعنی میزان صید مجاز (برحسب تن) و تلاش متناسب با حداکثر برداشت پایدار که بر اساس اطلاعات موجود تعداد دفعات پره‌کشی (تعداد در سال) در نظر گرفته شده است، از سایت سازمان شیلات ایران برای سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۴۰۱ استخراج شده و برای محاسبه مقادیر ذکر شده از نرم‌افزار Eviews 10 استفاده شده است.

نتایج و بحث

بر اساس سالنامه آماری سازمان شیلات، میانگین صید طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۴۰۱ برابر با ۵۷۳۷ تن بوده است و میزان صید طی دوره کاهش یافته است (نمودار ۳). میزان صید از سال ۱۳۸۷ تا ۱۴۰۱ روند کاهشی داشته است. کمترین میزان صید ماهیان استخوانی مربوط به سال ۱۳۹۴ (۳۳۱۸ تن) و بیشترین میزان صید در سال ۱۳۸۷ (۹۹۸۷ تن) ثبت گردیده است.



نمودار ۳- روند تغییرات صید سالانه ذخیره ماهیان استخوانی در آب‌های دریای خزر (استان مازندران) (سالنامه آماری سازمان شیلات)

از آنجایی که داده‌های مورد استفاده در این مطالعه سری زمانی هستند، لذا وقتی یک متغیر سری زمانی پایا است که میانگین، واریانس، کوواریانس و ضرایب همبستگی آن در طول زمان ثابت باشد یا به عبارت دیگر مستقل از زمان باشد به همین جهت تشخیص پایایی متغیرها از طریق آزمون‌های مختلف ریشه واحد از جمله آزمون دیکی فولر امکان پذیر است. همان طور که در جدول (۱) ملاحظه می گردد، متغیرها در سطح ۵ درصد مانا نبوده اند و با یکبار تفاضل گیری مانا شده اند.

جدول (۱) نتایج حاصل از آزمون دیکی فولر جهت بررسی مانایی متغیرهای مورد استفاده از مدل شیفر

متغیر	احتمال	آماره آزمون τ	نتیجه
Y	۰/۰۷۱۴**	-۲/۸۶۹۷۸۷	نامانا
Y با یکبار تفاضل گیری	۰/۰۰۷۴**	-۲/۸۹۶۹۲۷	مانا
U _t	۰/۰۸۴۲**	-۲/۷۹۳۵۷۲	نامانا
U _t با یکبار تفاضل گیری	۰/۰۱۴۵**	-۲/۹۷۵۲۳۸	مانا
E _t	۰/۰۹۵۱**	-۲/۷۲۰۷۸۹	نامانا
E _t با یکبار تفاضل گیری	۰/۰۰۰۰**	-۵/۷۱۳۳۸۶	مانا

مأخذ: یافته‌های تحقیق (*) و (**، ***) به ترتیب معنی داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد)

با توجه به جدول (۲) که نشان دهنده ضرایب برآوردی مدل شیفر است، ملاحظه می گردد که به جز ضریب عرض از مبدا که در سطح ۱ درصد معنادار شده است دو متغیر دیگر در سطح ۱۰ درصد مانا شده اند. مقدار ضریب تعیین (R^2) برابر با ۰/۷۴ است که نشان دهنده توضیح دهندگی مناسب الگو است. آماره F نیز معنی دار شده است که نشان دهنده معنی داری کلی مدل است. به منظور آزمون نرمال بودن متغیرها، از آزمون جارکو-برا استفاده شد که نتیجه آزمون نشان می دهد که فرضیه صفر مبنی بر توزیع نرمال در مدل در سطح ۵ درصد رد نشده است، یعنی در مدل جملات پسماند به صورت نرمال توزیع شده اند. جهت بررسی وجود خودهمبستگی در مدل نیز از آماره دوربین-واتسون استفاده شد که برابر با ۱/۹۴ است که نشان دهنده عدم وجود خودهمبستگی است. جهت بررسی واریانس ناهمسانی از آزمون آرچ (ARCH) استفاده شد که فرضیه صفر مبنی عدم وجود واریانس ناهمسانی است رد نشده لذا مشکل واریانس ناهمسانی نیز وجود ندارد پس مدل نهایی برآورد شده هیچ کدام از مشکلات فروض کلاسیک را ندارد.

جدول (۲) نتایج حاصل از تخمین مدل شیفر

پارامتر	ضریب	آماره آزمون t	انحراف معیار	احتمال
β_1	-۰/۳۹۹۷۳	-۴/۰۹۳۷۰	۰/۰۱۷۷۱۵	۰/۰۰۱۵***
β_2	-۰/۰۷۲۵۱۷	۱/۷۲۸۱۱	۰/۰۴۱۹۶۳	۰/۰۹۱۳*
β_3	-۱/۷۱E-۶۰	-۱/۶۹۳۰۷	۱/۰۱E-۶	۰/۰۹۰۵*
R^2	۰/۷۴۲۳۶۵	-	-	-
D.W	۱/۹۴۳۹۳۴	-	-	-
Jarque-Bera	۰/۶۳۵۸۵۳	-	-	۰/۶۳۵۸**
F-Statistic	۱۷/۲۸۸۸۰	-	-	۰/۰۰۰۲۹۲***
ARCH	-	-	-	۰/۴۷۲۹**

مأخذ: یافته‌های تحقیق (*) و (**، ***) به ترتیب معنی داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد)

پس از برآورد الگو و به دست آوردن ضرایب، مقادیر q و k در جدول (۳) محاسبه شد. نکته مهم این است که r پارامتری است که بسته به نوع و تحرک ماهی در دریا می‌تواند مقادیر مختلفی داشته باشد اما برای ماهیان استخوانی می‌بایست بین صفر و دو باشد (Qalandari et al (2008) که در مطالعه حاضر برابر با 0.3 است. میزان k نشان‌دهنده حداکثر توده زنده ماهیان است که می‌توانند با توجه به شرایط محیطی زندگی کنند و برابر با 322352 تن است. پس از محاسبه مقدار r ، q و k مقادیر میزان تلاش متناسب با حداکثر برداشت پایدار (E_{MSY}) و حداکثر برداشت پایدار MSY بر اساس رابطه (۳) و (۴) محاسبه شد و به ترتیب برابر 11688 دفعه و 3221 تن برآورد شد.

جدول (۳) نتایج به دست آمده از برآورد الگو

پارامتر	مقدار برآورد شده
r	0.39973
q	$1/71E-06$
K	322352
E_{MSY}	11688
MSY	3221

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که در روش تحقیق ذکر شد مدل شیفر قادر به پیش‌بینی وضعیت موجود ذخایر ماهی است به صورتی که اگر مقدار محاسبه شده حداکثر برداشت پایدار در مدل شیفر کمتر از میزان برداشت از ذخیره ماهی باشد آنگاه فرض می‌شود که بیش از حد از ذخیره برداشت شده است و از سوی دیگر اگر مقدار محاسبه شده حداکثر برداشت پایدار در مدل شیفر بیشتر از میزان برداشت از ذخیره ماهی باشد آنگاه فرض می‌شود که به میزان کمتری از ذخیره ماهی برداشت شده است و با استفاده مناسب از آن می‌توان برداشت بیشتری از ذخیره ماهی در چند سال داشت و به پایداری ذخیره ماهی آسیبی وارد نشود (Hengbin et al, 2020). بر اساس نتایج مدل شیفر، حداکثر تلاش صیادی پایدار (E_{MSY}) برابر با 11688 دفعه و حداکثر برداشت پایدار (MSY) برابر با 3221 تن برآورد شد. این در حالی است که میانگین تلاش صیادی ثبت شده در دوره مورد مطالعه 17680 دفعه و میانگین صید ثبت شده 5646 تن بوده است. این تفاوت قابل توجه نشان می‌دهد که صید ماهیان استخوانی در دریای خزر بیش از حد مجاز بوده است. به‌طور خاص، حدود 41 درصد از صید ثبت شده را صید غیرمجاز تشکیل می‌دهد. این امر نه تنها باعث کاهش ذخایر ماهیان استخوانی می‌شود، بلکه به اکوسیستم دریایی نیز آسیب می‌رساند. برای مثال، صید غیرمجاز با استفاده از تورهای غیر استاندارد، باعث صید بچه ماهیان و سایر گونه‌های غیر هدف می‌شود که منجر به کاهش تنوع زیستی و اختلال در زنجیره غذایی می‌شود. ادامه این روند، در آینده‌ای نزدیک، منجر به کاهش شدید ذخایر ماهیان استخوانی و حتی انقراض برخی گونه‌ها خواهد شد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مطالعه جهت برآورد حداکثر برداشت پایدار از ذخایر ماهیان استخوانی دریای خزر از مدل شیفر استفاده شد که عواملی مثل تغییرات محیطی، دما، آلودگیها را در نظر نمی‌گیرد. و پس از بررسی وضعیت مانایی متغیرها، مقادیر پارامترها برآورد شدند و به کمک آن‌ها مقدار عددی r (نرخ رشد طبیعی)، q (ضریب صید پذیری) و k (ظرفیت تحمل زیست محیطی) به دست آمد و در آخر مقدار برآوردی حداکثر برداشت پایدار و تلاش متناسب با حداکثر برداشت پایدار به کمک روابط مشخص شده در بخش روش تحقیق تعیین

شدند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که منبع ذخیره ماهیان استخوانی دریای خزر (مازندران) در وضعیت برداشت بیش از حد قرار دارد و دلیل روشن بر کاهش میزان صید مجاز سطح بالای صید غیرمجاز و تلاش است به گونه‌ای که میزان تلاش متناسب با حداکثر صید پایدار ۱۱۶۸۸ دفعه در سال (که متغیر تلاش تعداد پره‌کشی در سال تعیین شده بود) برآورد شد اما تلاش صورت گرفته ۱۷۶۸۰ دفعه در سال ثبت شد که بیشتر از سطح بهینه برآورد شده است.

همان‌طور که گفته شد ۴۱ درصد از میزان کل صید صورت گرفته ناشی از میزان صید غیرمجاز بوده است که در صورت حذف این مقدار حتی به میزان کمتری از حداکثر برداشت پایدار برآورد شده، از ذخایر ماهی برداشت خواهد شد. اما جهت پیشگیری از میزان صید غیرمجاز نیاز است دلایل آن شناخته شود که عبارتند از: نیاز مالی، فقر و گرسنگی، کمبود نظارت، جریمه حداقلی در ارتباط صید غیرمجاز، نارضایتی از درآمد و بیکاری و عدم توجه به اکوسیستم و آبریان لذا دریای خزر نیازمند افزایش نظارت جدی و کنترل میزان صید غیرمجاز و توجه بیشتر به اقتصاد منطقه است. برای مقابله با پدیده صید غیرمجاز، پیشنهاد می‌شود سازمان شیلات با همکاری سایر نهادهای مسئول، نسبت به تقویت گشت‌های دریایی و به‌کارگیری سامانه‌های نظارتی پیشرفته اقدام کند. ارائه آموزش‌های مهارتی و تخصصی به صیادان، همراه با اعطای تسهیلات حمایتی، می‌تواند نقش مؤثری در ایجاد مشاغل جایگزین ایفا کرده و انگیزه صید غیرقانونی را کاهش دهد. همچنین، گسترش صنایع پایین‌دستی شیلات از جمله فرآوری و بسته‌بندی آبریان، ظرفیت مناسبی برای ایجاد ارزش افزوده و تقویت اقتصاد مناطق ساحلی فراهم می‌آورد در جهت افزایش کارایی نظارت بر فعالیت‌های صیادی، ایجاد سامانه‌ای برای دریافت گزارش‌های مردمی و در نظر گرفتن مشوق‌هایی برای گزارشگران، می‌تواند مشارکت عمومی در حفاظت از منابع دریایی را ارتقاء دهد. به منظور مدیریت مؤثر عوامل مؤثر بر میزان تلاش صیادی، توصیه می‌شود سازمان شیلات با مشارکت جوامع محلی، نسبت به تدوین و اعمال نظام سهمیه‌بندی صید برای هر منطقه و هر صیاد اقدام نماید. افزون بر آن، ارائه بسته‌های حمایتی شامل مشوق‌های مالی و غیرمالی به صیادانی که در چارچوب سهمیه تعیین‌شده فعالیت می‌کنند، می‌تواند در تقویت پایداری آنان به مقررات و ارتقاء سطح انضباط صیادی مؤثر واقع شود.

References

- Ahoughalandari, M., Rafiee, H., & Yazdani, S. (2008) Determining the optimal catch level of bony fish in the southern coasts of the Caspian Sea with an emphasis on the sustainability of marine resources (Case study: Mazandaran Province). Master's thesis in Agricultural Economics, supervised by Dr. Saeed Yazdani. Tehran: University of Tehran, Faculty of Agricultural Economics and Development
- Abila, R. O. and Kisumu, K. (2003) Impacts of International Fish Trade: a case study of Lake Victoria Fisheries. Rome: FAO.
- Afraii, M., Baqerzadeh, F., Janbaz, A., Khedmati, K., Razeqiyani, Q. and Fazli, H. (2021) Assessment of catch and stock of the Caspian Kilka (*Clupeonella cultriventris caspia*) along the Iranian shores of the Caspian Sea (2019-2020), *Journal of Aquatic Resources Exploitation and Aquaculture*. (inPersian).
- Agh, N. and Haghivayeghan, A. (2022) Assessment of freshwater shrimp (*Macrobrachium nipponense*) stocks in the Aras Dam for sustainable fisheries management, Fisheries, *Journal of Natural Resources of Iran*, Volume 75, Issue 4. (inPersian).
- Dostdar, M. and Hashemi, A. (2022) Estimation of Optimal Catch of Thorny King Prawn Reserve in Northern Waters of the Oman Sea (Sistan and Baluchestan Province). *Journal of Aquatic Production and Trade*, 12(3), 69-80. (inPersian).

FAO. 2021. Review of the state of world fishery resources: inland fisheries. FAO Fisheries Circular 942 Rev 1. Fao: P.60 Rome, Italy.

Hengbin, Y., Mohsin, M. and Noman, M. (2020) Application of Gordon-Schaefer Model to evaluate bioeconomic and management aspects of *Scomberomorus sinensis* fishery in Shandong, China.

Iran Fisheries Organization. (2022). Statistical Yearbook of Iranian Fisheries 2022-2017.(*inPersian*).

Iranian Aquatic Production and Trade Union. (2017) < www.seairan.com >.(*inPersian*).

Kariuk, J. and Markovina, M. (2012) Assessment of IUU Activities on Lake Victoria. SmartFish report, in conjunction with the Indian Ocean Commission, Agrotec and the European Union.

Mardhatillah, I., Damora, A., Rahmah, A., Nurfadillah, N. and Muhammad, M. (2019, November) Application of Schaefer model on mackerels fishery in Aceh waters, Indonesia. In IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science* (Vol. 348, No. 1, p. 012114). IOP Publishing.

Strategic Research Center. (2012). Fisheries and Aquaculture of the Country; Challenges and Potentials. Strategic Report 151, Report Code 13-91-8-9.(*inPersian*).

Varghese, E., Sathianandan, T. V., Jayasankar, J., Kuriakose, S., Mini, K. G. and Muktha, M. (2020) Bayesian State-space Implementation of Schaefer Production Model for Assessment of Stock Status for Multi-gear Fishery. *Journal of the Indian Society of Agricultural Statistics*, 74(1), 33-40.

Tinch, R., Dickie, I. and Lanz, B. (2008) Costs of illegal, unreported and unregulated (IUU) fishing in EU fisheries. The Pew Environment Group, report, 75.