



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Stock assessment of Asp (*Leuciscus aspius* Linnaeus, 1785) in the Aras Dam ReservoirAli Haghi Vayghan^{1*}, Mehrnaz Ghanbarzadeh²¹ Department of Ecology and Aquatic Stocks Management, Artemia and Aquaculture Research Institute, Urmia University, Urmia, Iran² Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Fars, Iran

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2025/08/5

Revised: 2025/09/27

Accepted: 2025/09/6

Keywords:

Asp fish

Stock management

Stock modeling

Illegal fishing

Sustainable fisheries

Aras Dam

*Corresponding author:

✉ a.haghi@urmia.ac.ir

Doi: 10.52547/joc.16.62.5

ORID: 0000-0002-0265-7319



ABSTRACT

Background and Objectives: The Aras Dam Reservoir is the largest reservoir in northwest Iran, hosting important commercial and non-commercial fish species. The Asp (*Leuciscus aspius*) is one of the key commercial species inhabit in this lake. In recent years, clear signs of overexploitation of this species have been observed in the Aras Dam Reservoir, with its catch significantly declining over the past decade. The objective of this study was to determine the catch limit and assess the stock status of Asp in the Aras Dam Reservoir.

Methods: This study was conducted using catch data from 2013 to 2022 and employed the latest Catch-MSY (CMSY++) model alongside biometric sampling during the 2023 fishing season to determine the catch limit and assess the stock status of Asp in the Aras Dam reservoir.

Findings: According to the model results, both reference point B/B_{MSY} and F/F_{MSY} were estimated to be below 1.0, indicating poor stock status and high fishing pressure on this species. The maximum sustainable yield (MSY) for Asp was estimated at 1.92 tons. Until 2016, the catch exceeded the MSY significantly, leading to a decline in the biomass in subsequent years and a resulting catch below the optimum level. The Kobe plot further demonstrates that overfishing has pushed most of the stock into the overfished region, signaling a critical condition for the species.

Conclusion: The modeling results of this study emphasize the necessity for management of fishing and illegal fishing activities, adherence to the allowable annual harvest limit, implementation of stock management policies, and protection of nursery areas in the Aras Dam Reservoir. These recommendations are made for the provincial executive authorities to ensure sustainable fisheries of Asp in the Aras Dam reservoir.



NUMBER OF TABLES

1



NUMBER OF FIGURES

4



NUMBER OF REFERENCES

36

مقاله پژوهشی

مطالعه وضعیت ذخایر ماهی ماش (*Leuciscus aspius* Linnaeus, 1785) در دریاچه سد ارس

علی حقی وایقان^{۱*}، مهرناز قنبرزاده^۲

^۱گروه اکولوژی و مدیریت ذخایر آبزیان، پژوهشکده آرتیمیا و آبزی پروری، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

^۲گروه مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، فارس، ایران.

اطلاعات مقاله

چکیده

پیشینه و اهداف: دریاچه سد ارس بزرگترین دریاچه پشت سد شمال غرب ایران است که گونه‌های ماهیان تجاری و غیرتجاری مهمی در آن زیست می‌کنند. گونه ماش (*Leuciscus aspius*) یکی از گونه‌های مهم تجاری ساکن این دریاچه است که در سال‌های اخیر نشانه‌های مشخصی از برداشت بی‌رویه از ذخایر این گونه در دریاچه سد ارس به چشم می‌خورد، بطوریکه میزان صید آن طی ده سال گذشته به شدت کاهش یافته است. هدف از این مطالعه، تعیین سقف برداشت و بررسی وضعیت ذخیره ماهی ماش دریاچه سد ارس بوده است.

روش‌ها: این مطالعه با استفاده از داده‌های صید سال‌های ۱۳۹۲ الی ۱۴۰۱ و بکارگیری جدیدترین نسخه از مدل صید-حداکثر محصول پایدار (CMSY++) به همراه زیست‌سنجی طی سال صیادی ۱۴۰۲ جهت تعیین سقف برداشت و بررسی وضعیت ذخیره ماهی ماش دریاچه سد ارس انجام پذیرفت.

یافته‌ها: با توجه به نتایج مدل، مقدار هر دو شاخص $F/BMSY$ و $F/FMSY$ کمتر از ۱/۰ تخمین زده شد که بیانگر وضعیت نامناسب این گونه است و نشان می‌دهد که فشار صید بر روی ذخایر این گونه بالا است. میزان حداکثر محصول قابل برداشت برای این گونه ۱/۹۲ تن برآورد شد که تا سال ۱۳۹۵، میزان برداشت از حداکثر محصول پایدار بسیار بیشتر بوده است که در نتیجه این بی‌توجهی و فشار صید وارد بر ذخیره در سال‌های بعد زیست توده ذخیره کاهش یافته و به تبع آن میزان برداشت از ذخیره نیز از میزان بهینه بسیار کمتر بوده است. نمودار Kobe نیز بیانگر این است که صید بیش از حد از این گونه باعث شده است تا قسمت عمده ذخیره در محدوده صید بیش از حد قرار گیرد که نشان دهنده وضعیت بحرانی گونه است.

نتیجه‌گیری: تخمین‌های حاصل از مدل‌سازی این مطالعه، لزوم مدیریت صید و صیادی غیرمجاز، توجه به سقف برداشت سالانه مجاز برای این گونه، بکارگیری سیاست‌های مدیریتی بر روی ذخیره و حفاظت از مناطق نوزادگاهی دریاچه پشت سد ارس را به مدیران اجرایی استان توصیه می‌نماید.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۵/۱۴

تاریخ بازبینی: ۱۴۰۴/۷/۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۶/۱۵

واژگان کلیدی:

ماهی ماش

مدیریت ذخایر

مدلسازی ذخایر

صید غیرمجاز

شیلات پایدار

سد ارس

*نویسنده مسئول

✉ a.haghi@urmia.ac.ir

Doi: 10.52547/joc.16.62.5

ORID: 0000-0002-0265-7319

مقدمه

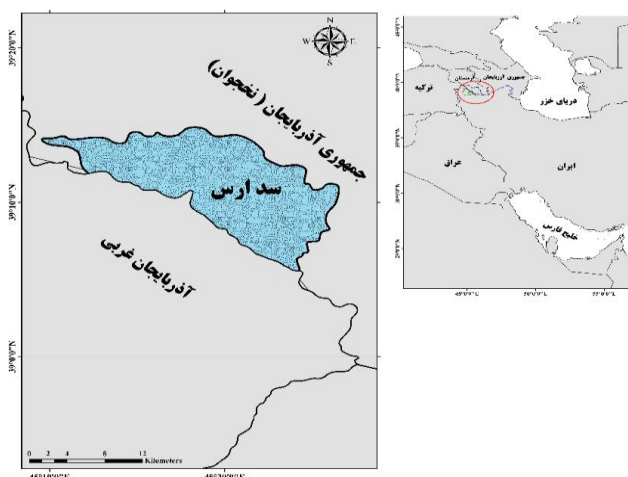
جمله حداکثر محصول پایدار (MSY)، زیست‌توده حداکثر محصول پایدار (BMSY) و مرگ و میر صیادی حداکثر محصول پایدار (FMSY)، که به عنوان مهم‌ترین نقاط مرجع شیلاتی برای مدیریت هستند، تخمین زده می‌شوند [۱۱، ۱۲]. نقاط مرجع شیلاتی از موارد مهم و مؤثر بر مدیریت شیلاتی بوده و برای بسیاری از ذخایر شیلاتی در جهان بطور رسمی چنین نقاطی وجود نداشته و میزان بهره برداری و وضعیت ذخیره آن‌ها ناشناخته مانده است [۹، ۱۳].

یکی از ابعاد اصلی توسعه اقتصاد دریامحور، تولید و بهره برداری پایدار از آبزیان شیلاتی است [۱۴]. اما متأسفانه فشار صیادی و عدم استانداردسازی شاخص‌ها موجب نوسانات بیشتر بروی مدیریت ذخایر شده و مشکلات مدیریتی را دوچندان می‌نماید [۱۵]. بنابراین می‌توان با بکارگیری روش‌های جدید جهت تعیین نقاط مرجع شیلاتی، سیاست‌های مدیریتی لازم را تعیین و در جهت مدیریت اکوسیستم محور شیلاتی حرکت نمود [۱۶، ۱۷]. از اینرو، هدف از مطالعه حاضر این بود که با بررسی وضعیت ذخایر گونه ماش در دریاچه پشت سد ارس ضمن تعیین نقاط مرجع شیلاتی، چشم اندازی را جهت مدیریت ذخایر این گونه به مدیران شیلاتی ارائه نماید تا نقشه راهی برای مدیریت و بازسازی ذخایر این گونه باشد.

روش پژوهش

۱. منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در آب‌های دریاچه پشت سد ارس در استان آذربایجان غربی بود که در عرض ۳۹/۱۹ درجه شمالی و طول ۴۵/۳۱ درجه شرقی قرار دارد (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی دریاچه سد ارس در استان آذربایجان غربی

۲. تهیه و آماده‌سازی داده‌ها

داده‌های صید مجاز مربوط به ۱۰ سال گذشته از سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۱ ماهی ماش در آب‌های دریاچه پشت سد ارس در استان آذربایجان غربی

یکی از مهم‌ترین و با اهمیت‌ترین منابع آبی داخلی ایران دریاچه‌های پشت سد هستند. از نظر مدیریت شیلاتی، دریاچه‌های پشت سد یکی از منابع مهم تولید پروتئین بوده و به دلیل جنبه‌های درآمدزایی، اشتغال‌زایی، صید و تفریحی نیز واجد اهمیت می‌باشند. دریاچه پشت سد ارس یکی از بزرگترین دریاچه‌های مصنوعی پشت سد در شمال غرب ایران در ۴۰ کیلومتری شهرستان جلفا است. این دریاچه با طول ۵۲ کیلومتر، عرض متوسط هشت کیلومتر و مساحتی حدود ۱۴۵ کیلومتر، ۱۴۵۰۰ هکتار را اشغال نموده و حجم کل آن ۱۳۵۰ میلیون مترمکعب می‌باشد. این دریاچه در ارتفاع ۷۷۰ متر از سطح دریا واقع شده و حداکثر حرارت هوا در تابستان تا ۴۰ درجه سانتیگراد و حداقل برودت در زمستان تا ۲۰ درجه سانتیگراد زیر صفر ثبت شده است. آب مخزن دریاچه سرشار از مواد بیوژن است و به همین دلیل زنجیره غذایی آن یعنی پلانکتون‌ها، موجودات بنتیکی و در نهایت ماهیان آن از تنوع و کمیت خوبی برخوردارند و از نظر توریستی و ماهیگیری جایگاه خوبی دارد [۱، ۲]. در این دریاچه گونه‌های ماهیان مهمی زیست می‌کنند که می‌توان آن‌ها را در دو دسته تجاری و غیرتجاری قرار داد [۳]. ماهیان جنس *Leuciscus* از خانواده کپورماهیان در ایران دارای سه گونه *L. aspius*، *L. latius* و *L. vorax* می‌باشند [۴] که در بین آن‌ها گونه ماش (*L. aspius*) در حوضه دریای خزر و در بخش ایرانی آن شامل رود ارس و آب‌های ساحلی از آستارا تا ترکمن شامل تالاب انزلی و خلیج گرگان پراکنش دارد [۵، ۶]. در سال‌های اخیر نشانه‌های مشخصی از برداشت بی‌رویه از ذخایر آبزیان در دریاچه سد ارس به ویژه صیادی غیر مجاز به چشم می‌خورد که علاوه بر به خطر انداختن معیشت صیادان بومی منطقه، آسیب جدی به ذخایر را نیز به دنبال داشته است [۷]. در کنار این عوامل، آسیب‌هایی نیز به زیستگاه‌های مطلوب این گونه در دریاچه سد ارس در اثر فعالیت‌های انسانی وارد شده است. مجموعه این عوامل منجر به کاهش جدی ذخیره گونه ماش (*L. aspius*) شده است بطوریکه میزان صید آن طی ده سال گذشته به شدت کاهش یافته است و از ۱۳۲۳ تن در سال ۱۳۹۲ به ۴۷ تن در سال ۱۴۰۱ کاهش یافته است. علیرغم اهمیت بالای دریاچه پشت سد ارس به عنوان بزرگ‌ترین منبع آبی شمال غرب کشور به لحاظ تولید انواع آبزیان و وجود انواع ماهیان در این حوضه آبی، و بنابراین نیاز برای یک استراتژی مدیریتی سازگار، متأسفانه در حال حاضر اطلاعات مربوط به پارامترهای تاریخچه زندگی گونه *L. aspius*، از جمله ویژگی‌های بیولوژیکی، اکولوژیکی و رفتاری آن در منطقه، بسیار محدود است. مطالعات انجام‌شده در حوضه جنوبی دریای خزر نیز عمدتاً به ویژگی‌های زیست‌شناختی این گونه محدود می‌شود [۸]. به همین دلیل امکان استفاده از مدل‌های پیچیده، برای ارزیابی ذخایر این گونه در منطقه، وجود ندارد. در این مطالعه سعی بر آن بود که از مدل‌های مبتنی بر داده‌های محدود جهت تعیین وضعیت ذخایر ماهی ماش در دریاچه سد ارس استفاده شود. مدل صید-حداکثر محصول پایدار (CMSY⁺⁺) یکی از این مدل‌هاست که در شرایط محدودیت داده قابلیت استفاده دارد و علیرغم این موضوع، نتایجی تولید می‌کند که می‌تواند از سیاست‌ها و تصمیمات مدیریتی در سطح ملی و منطقه‌ای پشتیبانی کند [۹، ۱۰]. به کمک این مدل پارامترهای مهمی از

CMSY⁺⁺ و پیشینیان آن بر اساس اولین مشتق منحنی لجستیک رشد جمعیت هستند [۲۰]، که در آن تعداد افراد با مجموع وزن بدنشان جایگزین می‌شود [۲۱، ۲۲]:

$$B_{t+1} = [B_t + r(1 - \frac{B_t}{k}) - C_t e^{C_t}]e^{B_t} \quad (1)$$

Bt: زیست توده (تن در سال t)، Ct: صید (تن در سال t)، r: نرخ ذاتی رشد جمعیت (year⁻¹), k: ظرفیت تحمل محیط برای این جمعیت (تن)، tE: توزیع نرمال خطای مشاهده صیدها، tη: خطای فرآیند

خطای مشاهده و خطای فرایند به عنوان لگاریتم نرمال پیاده‌سازی می‌شوند. اگر تخمین معقولی از زیست‌توده اولیه و k برای تعیین کمیت اندازه ذخیره (زیست‌توده) برداشت نشده و ابتدایی در دسترس باشد، و اگر یک تخمین منطقی از r را بتوان از خصوصیات تاریخچه زندگی به دست آورد (که در فیش‌بیس انجام شده است، [۲۳])، یک سری زمانی از زیست‌توده، بر اساس سری‌های زمانی صید، با مرگ و میر حداکثر محصول پایدار $r/2 = (F_{MSY})$ و $r/2 = (F_{MSY})$ را بصورت $B_{MSY} = k/2$ تولید کند، می‌تواند طراحی شود. این رویکرد به عنوان آنالیز تصادفی کاهشی شناخته می‌شود [۲۴، ۲۵]. تا این مرحله و در روش Catch-MSY، محدوده‌های احتمالی برای دو پارامتر r و k به کمک روش مونت کارلو فیلتر می‌شود تا بهترین جفت های "r-k" که معمولاً منجر به یک ابر مثلثی شکل در فضای نمودار می‌شود، شناسایی گردند.

در ادامه، مدل CMSY طبق رابطه زیر فرموله شد تا کاهش معمول بازگشت‌ها در اندازه‌های پایین جمعیت (میزان زیست‌توده پایین) به حساب آید و در واقع جایگزین رابطه (۱) شود [۹]:

$$B_{t+1} = B_t + \left(\frac{4B_t}{k} \right) r \left(1 - \frac{B_t}{k} \right) B_t - C_t \quad \text{if } B_t/k < 0.25 \quad (2)$$

۴Bt/k: کاهش خطی r را ایجاد می‌کند، اگر زیست‌توده به زیر k/4 برسد (تا کاهش بازگشت‌ها و بنابراین بهره‌وری در اندازه‌های کم جمعیت به حساب آید)

نیمی از B_{MSY}، که در محتوای مدل شیفر k/4 است، معمولاً به عنوان علامت (مرز) نماینده زیست‌توده انتخاب می‌شود که کمتر از آن ممکن است بازگشت‌ها از بین برود.

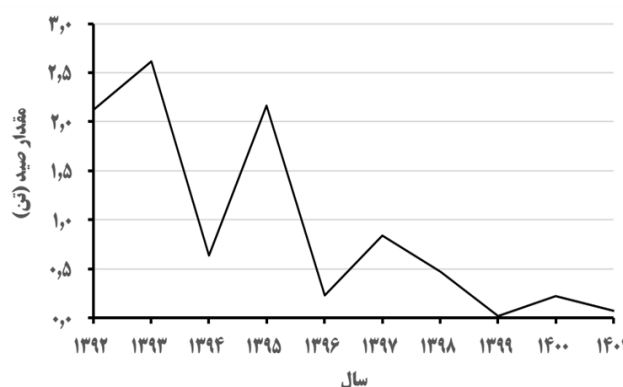
این ویژگی تجربی، نیاز به پارامترهای اضافی برای یک رابطه ذخیره-بازگشت را غیرضروری می‌کند [۲۶] که به طور معمول در ذخایری با داده‌های محدود شناخته‌شده نیستند. این مورد به عنوان یک اثر ضعیف شناخته می‌شود که کاهش شدیدتر بازگشت و در نتیجه انعطاف‌پذیری و بهره‌وری را در اندازه‌های خیلی پایین جمعیت توصیف می‌کند.

مدل شیفر را می‌توان به عنوان تابعی از r و MSY، بدون k بیان کرد (رابطه ۳). با این حال، این ترتیب، پویایی مدل را تغییر نمی‌دهد و اصطلاح جدید برای تولید مازاد کمتر از اصطلاح اصلی (رابطه ۱)، قابل درک به نظر می‌رسد:

$$B_{t+1} = B_t + r \cdot B_t - \frac{(rB_t)^2}{4MSY} - C_t \quad (3)$$

(شکل ۲)، از گزارش‌های روزانه مربوط به تعاونی‌های ۱۸ و ۱۹ که توسط اداره شیلات استان آذربایجان غربی تهیه شده بود، جمع‌آوری و برای محاسبه شاخص‌های ذخیره، وارد مدل شدند.

جهت دستیابی به رابطه طول-وزن از اواخر مهر تا پایان اسفند ۱۴۰۲ به صورت هفتگی، به تعاونی‌های صیادی ارس جهت زیست‌سنجی مراجعه شد. در این میان بیش از ۹۸ قطعه ماهی ماش مورد بررسی قرار گرفت. طول نمونه‌ها بوسیله خط کش زیست‌سنجی با دقت ۰/۱ سانتیمتر و وزن آن‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری شد.



شکل ۲. روند برداشت (صید مجاز) ماهی ماش (*Leuciscus aspius*) در آب‌های پشت سد ارس طی سال‌های ۱۳۹۲ الی ۱۴۰۱

۳. مدل CMSY⁺⁺ جهت تخمین نقاط مرجع شیلاتی

CMSY⁺⁺ یک روش پیشرفته بیزی برای ارزیابی ذخایر است که نقاط مرجع شیلاتی (B_{MSY}, F_{MSY}, MSY) و همچنین وضعیت یا اندازه نسبی ذخیره (B/B_{MSY}) و فشار صیادی (F/F_{MSY}) را از داده‌های صید و (به طور انتخابی) داده‌های فراوانی تخمین می‌زند [۱۸]. هم‌چنین، یک مقدار پیش‌فرض برای انعطاف‌پذیری یا بهره‌وری نرخ رشد آبی جمعیت (r) و پیش‌فرض‌های گسترده برای نسبت زیست‌توده به زیست‌توده برداشت نشده (B/k) در ابتدا، وسط و پایان سری‌های زمانی را تخمین می‌زند. این مدل در واقع مدل پیشرفته‌تر، از مدل Catch-MSY توسعه یافته توسط Martell و Froese [۱۹] است و اساس هر دو این مدل‌ها، مدل اصلاح شده تولید مازاد شیفر است که امکان برازش شاخص‌های فراوانی را در صورت وجود چنین اطلاعاتی فراهم می‌کند. نسخه CMSY⁺⁺ هم‌چنین نسخه پیشرفته‌تر از روش CMSY ارائه شده توسط Froese و همکاران [۹] است که توانسته است بر چندین نقص مدل CMSY فائق آید. یک مزیت و پیشرفت عمده برای این روش همانند مدل تولید مازاد بیزین (BSM)، معرفی پیش‌فرض‌های چند متغیره نرمال برای r و k در فضای log است که جایگزین توزیع‌های قبلی پیش‌فرض‌های یکنواخت می‌شود. این امر، هم‌چنین امکان تعیین ساده‌ترین جفت r-k در مدل CMSY و زمان‌های اجرای سریع‌تر را فراهم می‌کند. مراحل توسعه و پیشرفت مدل CMSY⁺⁺ از مدل‌های Catch-MSY و مدل CMSY به شرح زیر می‌باشد:

$$\frac{C}{MSY} = (4\frac{B}{k} - (2\frac{B}{k})^2) \cdot RC \quad (5)$$

که در آن RC برای تصحیح بازگشت با $RC=4 \ B/k < 0.25$ و در غیر اینصورت با $RC=1$ است (مانند رابطه ۲).
منحنی تعادل برای مدل فاکس (۱۹۷۰) از رابطه زیر مشتق شد:

$$\frac{C}{MSY} = e^{-\frac{B}{k}} (1 - \log(e^{-\frac{B}{k}})) \quad (6)$$

E مخفف عدد Euler یعنی مقدار ۲/۷۱۸ است.

رابطه طول و وزن

رابطه طول و وزن با استفاده از رابطه توانی (۷) محاسبه شد:

$$W = aL^b$$

$$W = aL^b \quad (7)$$

W: وزن کل ماهی به گرم، L: طول کل ماهی به سانتیمتر، a: عرض از مبدأ (مقدار ثابت)، b: شیب (نمای معادله توانی)

برای تعیین الگوی رشد، از فرمول پائولی (شکل خاص آزمون t) استفاده شد که در آن مقدار b محاسبه شده با عدد ۳ (معیار استاندارد رشد همگون $W=aL^3$) مقایسه و بر اساس کوچکتر یا بزرگتر بودن b بدست آمده از مقدار ۳، و محاسبه t پائولی و مقایسه با t جدول با درجه آزادی n-۱ و در سطح احتمال ۰/۰۵، همگون و یا ناهمگون بودن رشد تعیین شد:

$$t = \frac{sd(\ln TL)}{sd(\ln TW)} \times \frac{|b-3|}{\sqrt{1-r^2}} \times \sqrt{n-2} \quad (8)$$

sd (ln TL): انحراف معیار لگاریتم طول کل، sd (ln TW): انحراف معیار لگاریتم وزن کل، b: شیب بدست آمده از رابطه طول و وزن، r^2 : ضریب تشخیص بین طول و وزن، n: تعداد نمونه

۴. تجزیه و تحلیل آماری

جهت اجرای مدل و تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار R (version 4.3.3) و RStudio (2024.04.2+764) استفاده شد و معنی داری و حدود اطمینان در سطح ۰/۰۵ مورد بررسی قرار گرفت. برای رسم نمودار و سایر محاسبات عددی از نرم افزار اکسل (نسخه ۲۴۱۱) استفاده گردید

نتایج و بحث

روند استحصال ماهی ماش طی سال های اخیر به شدت کاهش یافته است. شاخص های اصلی نقاط مرجع شیلاتی بر اساس مدل صید-حداکثر محصول پایدار ($CMSY^{++}$) تخمین زده شد و با توجه به جدول ۱ مقدار هر دو شاخص F/B_{MSY} و F/F_{MSY} در ماهی ماش کمتر از ۱/۰ تخمین زده شد که این امر بیانگر وضعیت نامناسب این گونه در دریاچه سد ارس است. این وضعیت نشان می دهد که فشار صید روی ذخایر این گونه بالا است. خروجی مدل $CMSY^{++}$ از کل صید پیش بینی شده در مقابل حداکثر محصول پایدار (MSY)، نشان دهنده روند کاهشی قابل توجه صید از سال ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۱

برای حفظ شکل اصلی مدل پایه CMSY (رابطه ۲) با پارامترهای r و k، همبستگی درون ذخیره ای بین r و k در توزیع لوگ نرمال چند متغیره (MVLN) که توسط موارد زیر اجرا شده بود، محاسبه گردید: (۱) ترسیم یک نمونه بزرگ ($n=10000$) از انحرافات تصادفی مستقل از $\log(\tilde{r})$ و $\log(MSY)$ از توزیع های قبلی خودشان، (۲) محاسبه $\log(\tilde{r}) = \log(MSY) - \log(k)$ ، (۳) محاسبه میانگین و کوواریانس $\log(k)$ و $\log(\tilde{r})$ که $\log(k)$ (۴) سپس به عنوان ماتریس کوواریانس برای MVLN $r-k$ اولیه (پیشین) در فرموله کردن مدل $CMSY^{++}$ و مدل تولید مازاد بیزین (BSM) بکار می روند.

دینامیک زیست توده در رابطه (۳) به عنوان یک مدل فضای حالت بیزی اجرا شد که تغییرات تصادفی در دینامیک جمعیت (خطای فرایند) و صید (خطای مشاهده) را در نظر گرفت (رابطه ۱ رابینید). به این ترتیب، زیست توده در طول زمان به عنوان یک توالی از متغیرهای تصادفی مدل می باشد. این امر باعث می شود که مدل بطور کامل توسط پیش فرض ها هدایت شود، که زمانی اتفاق می افتد که متغیرهای تصادفی از طریق یک تابع قطعی به هم مرتبط شوند.

در مدل $CMSY^{++}$ برای طبقه بندی وضعیت ذخیره از نظر بیشتر یا کمتر بودن از سطح MSY برای مطابقت با رابطه (۴)، یک شبکه عصبی مصنوعی پیشخور (ANN) انتخاب شد [۲۷].

$$(B/k)_{prior} = \frac{1+A}{2} \frac{t \sqrt{1-C_t/MSY_{prior}}}{\sqrt{1-C_t/MSY_{prior}}} \quad (4)$$

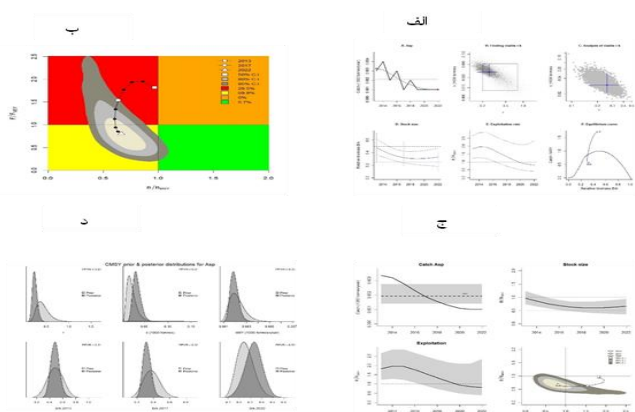
این رابطه تنها در صورتی که $C_t \leq MSY_{prior}$ باشد راه حل های واقعی را ارائه می کند. بنابراین، کاربرد آن تنها محدود به حالت هایی است که $C_t < 0.99 MSY_{prior}$

توپولوژی شبکه عصبی مصنوعی پیشخور (ANN) بهینه، با استفاده از استراتژی رو به رشد در حین اعتبارسنجی متقاطع ۲۰ برابری که با جداسازی تصادفی ۹۵٪ تا ۵٪ در مجموعه داده های آموزشی و آزمایشی انجام می شد، و از یک لایه پنهان با ۷۱ نورون تشکیل شده بود، پیدا شد. به عنوان یک مدل جایگزین، همچنین یک مدل حافظه بلند کوتاه "پایان به پایان" که کل سری های زمانی صید را به عنوان ورودی می پذیرد، آزمایش شده است. در طول فرایند اعتبارسنجی متقابل، دقت شبکه عصبی مصنوعی پیشخور (ANN)، بر اساس محاسبه طبقه بندی صحیح زیست توده نسبی (B/k) که بیشتر یا کمتر از آستانه MSY برای سال های شروع، میانی و پایانی است، ارزیابی شده است.

رابطه (۴)، توضیح می دهد که چگونه یک تخمین نقطه ای از زیست توده تعادلی نسبی (B/k)، از نسبت صید به MSY ، مشتق می شود. در دنیای واقعی ذخایر، صید و زیست توده به ندرت در تعادل هستند و پهنا و شکل عدم قطعیت با موقعیت تخمین نقطه تعادل در فضای $Bt/k-Ct/MSY$ تغییر می کند.

منحنی تعادل برای تعامل (اثر متقابل) بین زیست توده نسبی (B/k) و صید نسبی (C/MSY) برای مدل اصلاح شده شیفر از رابطه زیر مشتق شد:

معمولی و خاویاری در چند دهه اخیر کاهش یافته است که علل آن را کاهش کیفیت آب، صید بی‌رویه، از بین رفتن محل‌های تخم‌ریزی و غیره عنوان کرده‌اند [۳۱، ۳۲]. صید بی‌رویه که شامل صید بیش از حد مجاز می‌باشد از عوامل مهم کاهش ذخایر در دریای خزر شناخته شده است که به علت عدم شناخت میزان ذخایر و میزان مجاز برداشت، در سال‌های گذشته بسیار صورت گرفته است. برای مثال بررسی ذخیره کپور معمولی دریای خزر طی سال‌های ۹۸-۱۹۹۷ تا ۲۲-۲۰۲۱، نشان می‌دهد که ذخیره شدیداً تحت فشار صیادی است و با توجه به بزرگتر بودن $F_{current}$ از نقاط مرجع شیلاتی مرتبط یعنی $F_{0.1}$ و $F_{30\%}$ ، ذخیره در معرض صید بی‌رویه است [۳۳]. با توجه به این امر، تخمین‌های حاصل از مدل‌سازی با این روش، لزوم مدیریت صید و صیادی غیرمجاز، توجه به سقف برداشت سالانه مجاز برای این گونه، بکارگیری سیاست‌های مدیریتی بر روی ذخیره و حفاظت از مناطق نوزادگاهی دریاچه پشت سد ارس را به مدیران اجرایی استان توصیه می‌نماید.



شکل ۳. نتایج مدل صید-حداکثر محصول پایدار ($CMSY^{++}$) برای گونه ماش (*Leuciscus aspius*) در دریاچه سد ارس از سال ۱۴۰۱-۱۳۹۲. الف) تغییرات میزان صید، روند زیست توده نسبی (B/K) و مرگ و میر صیادی به مرگ و میر حداکثر محصول پایدار ($F/FMSY$)، طرح کاب (Kobe plot)، ج) روند تغییرات صید، اندازه ذخیره، مرگ و میر صیادی و وضعیت ذخیره بر مبنای $B/BMSY$ ، د) مقایسه تراکم قبل و بعد ماهی ماش

رابطه طول و وزن برای جمعیت ماهی ماش دریاچه سد ارس محاسبه شد و میزان ضریب a و b این رابطه برآورد گردید (شکل ۴). مقدار b محاسبه شده در دامنه مورد انتظار $3/5 < b < 2/5$ قرار داشت [۳۴]. مقایسه t محاسبه شده از رابطه پائولی با t جدول نشان داد که t بدست آمده از رابطه پائولی برای این گونه بزرگتر از t بدست آمده از جدول بود و بنابراین شیب خط رگرسیون رابطه طول و وزن در جمعیت این گونه دارای اختلاف معنی‌دار با عدد ۳ بود ($p < 0.05$) و الگوی رشد برای آن ناهمگون منفی در نظر گرفته شد. این الگوی رشد نشان می‌دهد که وزن و طول ماهی ماش با یک نرخ مشابه رشد نکرده و طول با سرعت بیشتری نسبت به وزن رشد کرده و ماهی به سمت لاغر شدن رفته است. مولودی صالح و همکاران [۸]

برای این گونه بود. این امر منجر به کاهش اندازه (زیست‌توده) ذخیره طی این سال‌ها شده است (شکل ۳ ج). بر اساس نقاط مرجع شیلاتی به دست آمده از مدل، میزان حداکثر محصول قابل برداشت برای این گونه ۱/۹۲ تن برآورد شد. با توجه به نمودار صید شکل ۳ ج، تا سال ۱۳۹۵، میزان برداشت از این گونه از حداکثر محصول پایدار بسیار بیشتر بوده است که در نتیجه این بی‌توجهی و فشار صید وارد بر ذخیره در سال‌های بعد از ۱۳۹۵، زیست‌توده ذخیره شدیداً کاهش یافته و به تبع آن میزان برداشت از ذخیره نیز از میزان بهینه بسیار کمتر بوده است. نمودار Kobe رسم شده برای گونه ماش بیانگر این است که صید بیش از حد از این گونه باعث شده است تا قسمت عمده ذخیره در محدوده صید بیش از حد (Overfished) نمودار قرار گیرد که نشان‌دهنده وضعیت بحرانی ذخیره این گونه است (شکل ۳ الف و ب). عواملی مانند میزان صید و برداشت خارج از تحمل ذخایر و همچنین عوامل محیطی که بقاء و بازماندگی و دسترسی به ذخیره را تحت تأثیر قرار می‌دهند، از عوامل مؤثر بر تحت فشار بودن ذخایر مختلف محسوب می‌شوند [۲۸]. ماهی ماش از نظر اقتصادی حائز اهمیت است و صید آن می‌تواند منبع درآمدی برای صیادان محلی باشد. این گونه عمدتاً در سواحل جنوبی دریای خزر و در دریاچه سد ارس زندگی می‌کند و برای تولیدمثل به رودخانه‌های حوضه جنوبی دریای خزر خصوصاً رودخانه‌های کورا، ارس، سفیدرود و رودخانه‌های تالاب انزلی وارد می‌شود. بر اساس آمار صید موجود، صید ماهیان دریاچه سد ارس از جمله گونه ماهی ماش به عنوان یکی از گونه‌های اقتصادی این منطقه، در دهه‌های گذشته دارای نوسات زیادی بوده است. متأسفانه حدود ۷۰ تا ۷۵ درصد از ماهیان این منبع عظیم آبی توسط صیادان غیرمجاز بومی صید می‌شود [۱] که آسیبی جدی به صنعت شیلات این منطقه و اشتغال مردم محلی و بومی وارد کرده است. در سال‌های اخیر به دلیل برداشت بی‌رویه (شامل صید مجاز و غیرمجاز) و از بین رفتن مکان‌های تخم‌ریزی به دلیل فعالیت‌های انسانی، زیست‌توده گونه ماش دریاچه سد ارس، شدیداً کاهش پیدا کرده است و در نتیجه این فشار صید، میزان برداشت از ذخیره به پایین‌تر از حداکثر محصول پایدار رسیده است. تداوم این روند و عدم تعدیل بهره‌برداری از ذخیره این گونه، منجر به کاهش و نهایتاً تخلیه این ذخیره خواهد شد. با توجه به داده‌های محدود در دسترس در مورد گونه ماش در دریاچه پشت سد ارس، مدل $CMSY^{++}$ بهترین روشی بود که می‌توانست جهت تعیین وضعیت ذخایر آن استفاده شود [۱۸]. با توجه به جدید بودن نسخه $CMSY^{++}$ ، مطالعات محدودی در سطح جهان از این نسخه مدل، جهت مدل‌سازی ذخایر مختلف استفاده نموده‌اند [۱۸]. امروزه منابع دریایی به عنوان بخش تأمین‌کننده پروتئین مورد مصرف انسان نقش مهمی را در توسعه اقتصادی، اجتماعی و تغذیه جوامع انسانی در جهان ایفا می‌کنند و عدم مدیریت بهینه منابع منجر به آسیب به ذخایر دریایی در بخش‌های مختلف در سرتاسر جهان گردیده و نتیجتاً برآیندهای اقتصادی و اجتماعی غیر قابل جبران را بدنبال داشته‌اند [۲۹، ۳۰]. آسیب به ذخایر اقتصادی در دریاچه پشت سد ارس در خصوص گونه شاه میگوی آب شیرین و کپور معمولی نیز به دلیل صید بی‌رویه گزارش شده است [۲، ۷]. در سایر منابع آبی از جمله در دریای خزر نیز، ذخایر ماهیان شامل کپور

نتیجه‌گیری

دریاچه پشت سد ارس یکی از منابع مهم تولیدات شیلاتی در شمالغرب ایران می باشد. وجود انواع ماهیان تجاری و غیر تجاری زمینه فعالیت های صید و صیادی و منابع اقتصادی را برای جوامع محلی آن ایجاد نموده است. ماهی ماش یکی از گونه‌های مهم تجاری ساکن این دریاچه است که در سال‌های اخیر نشانه‌های مشخصی از برداشت بی‌رویه از ذخایر این گونه در دریاچه پشت سد ارس به چشم می‌خورد، بطوریکه میزان صید آن طی ده سال گذشته به شدت کاهش یافته است. در این مطالعه باتوجه به محدودیت دسترسی به داده، از مدل صید-حداکثر محصول پایدار (CMSY++) با استفاده از داده‌های صید سال‌های ۱۳۹۲ الی ۱۴۰۱ به‌همراه زیست‌سنجی طی سال صیادی ۱۴۰۲ جهت تعیین سقف برداشت و بررسی وضعیت ذخیره ماهی ماش دریاچه پشت سد ارس استفاده شد. با توجه به نتایج مدل، مقدار هر دو شاخص $F/BMSY$ و $F/FMSY$ کمتر از ۱/۰ تخمین زده شد که بیانگر وضعیت نامناسب این گونه است و نشان می‌دهد که فشار صید بر روی ذخایر این گونه بالا است. الگوی رشد نشان می‌دهد که وزن و طول ماهی ماش با یک نرخ مشابه رشد نکرده و طول با سرعت بیشتری نسبت به وزن رشد کرده و ماهی به سمت لاغر شدن رفته است. تخمین‌های حاصل از مدل سازی این مطالعه، لزوم مدیریت صید و صیادی غیرمجاز، توجه به سقف برداشت سالانه مجاز برای این گونه، بکارگیری سیاست‌های مدیریتی بر روی ذخیره و حفاظت از مناطق نوزادگاهی دریاچه پشت سد ارس را به مدیران اجرایی استان توصیه می‌نماید.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله نویسندگان سهم یکسانی داشتند.

تشکر و قدردانی (اختیاری)

بدینوسیله از مدیریت شیلات و آبریان استان آذربایجان غربی و تعاونی صیادی شماره ۱۸ و ۱۹ ارس بجهت همکاری در تهیه داده‌ها و بیومتری تقدیر و تشکر می‌گردد. از آقایان مهندس رنجبر و دکتر حسن پور بجهت همکاری در نمونه‌برداری سپاسگزاری می‌گردد. این تحقیق با حمایت مالی معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه ارومیه و پژوهشکده آرمیا و آبی پروری دانشگاه ارومیه با طرح مصوب شماره ۰۰۳/۱۴۰۱ انجام گردیده است.

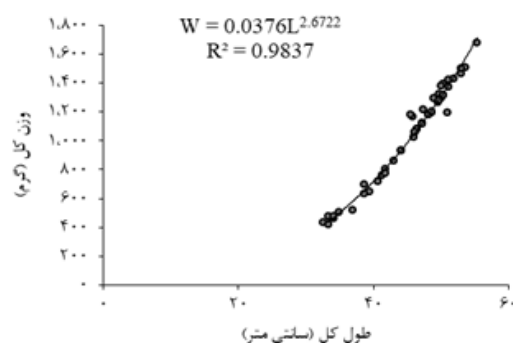
تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

منابع

- [1] Mohebbi, F.; (2021). Aras River and Dam Reservoir Pollutions: human activities or climate change. Ecol. Water. Resour., 5, 60-66. (Persian)
https://ewrj.areeo.ac.ir/article_127118.html

در بررسی رابطه طول و وزن گونه ماش بخش جنوبی حوضه دریای خزر (رودخانه ارس، سواحل آستارا، انزلی و کیشهر در استان گیلان) الگوی رشد را در تمام مناطق ناهمگون گزارش کردند که تنها در کیشهر ناهمگون منفی و در سایر مناطق ناهمگون مثبت بود. آزادی و همکاران [۳۵]، الگوی رشد ماهی ماش حوضه جنوبی دریای خزر که از سه استان گیلان، گلستان و مازندران نمونه‌برداری شده بود، را ناهمگون منفی گزارش کردند و بیان داشتند وزن و طول ماهی ماش با یک نرخ مشابه رشد نکرده است. نتایج نشان می‌دهد که این ماهی در منطقه مورد مطالعه از تغذیه مناسبی برخوردار نبوده و رشد ضعیفی دارد، که احتمالاً عواملی هم چون آلودگی، تخریب رودخانه‌ها، کاهش منابع غذایی و صید بی‌رویه را می‌توان از علل آن دانست. در دریاچه پشت سد ارس نیز همانند دیگر اکوسیستم‌ها، پارامترهای رابطه طول و وزن در ماهی‌ها می‌تواند تحت تأثیر عواملی مانند منطقه، زیستگاه، جنس، تغییرات فصلی، عادات غذایی، بلوغ جنسی و تکنیک‌های بررسی در محدوده‌های طولی مشاهده شده از ماهی صید شده قرار گیرد که همه آن‌ها در مطالعه حاضر در نظر گرفته نشده‌است.



شکل ۴. رابطه طول و وزن گونه ماش (*Leuciscus aspius*)

جدول ۱. نقاط مرجع شیلاتی گونه ماش (*Leuciscus aspius*) بدست آمده از مدل CMSY++ در دریاچه پشت سد ارس. (مقادیر موجود در پرانتز نشان‌دهنده صدک ۲/۵ و ۹۷/۵ می‌باشد). شاخص‌ها بر اساس تن می‌باشد.

شاخص	مقادیر پامترها
زیست‌توده (B)	0.0107 (0.00479-0.0208)
حداکثر محصول پایدار (MSY)	0.00192 (0.00139 - 0.00274)
زیست‌توده حداکثر محصول پایدار (BMSY)	0.0148 (0.0105 - 0.0257)
مرگ و میر حداکثر محصول پایدار (FMSY)	0.13 (0.0805 - 0.178)
زیست‌توده به زیست‌توده حداکثر محصول پایدار (B/BMSY)	0.662 (0.357-0.945)
مرگ و میر صیادی به مرگ و میر حداکثر محصول پایدار (F/FMSY)	0.805 (0.402-2.34)
مرگ و میر صیادی (F)	0.0933 (0.0448-0.221)
زیست توده نسبی	0.331 k (0.178-0.472)
ظرفیت حمل (K)	0.0296 (0.0209 - 0.0514)
بهره‌برداری $F/(r/2)$	0.805 (0.402-2.34)
میانگین نرخ رشد آنی (r)	0.259 (0.161 - 0.356)
B/K	0.36
Depletion level	Medium
B/k range	0.229-0.404
Trophic level	4.5

- [10] Barman, P.; et al.; (2020). Application of CMSY to estimate biological reference points of Bombay duck (*Harpadon neherus*) from the Bay of Bengal, Bangladesh. *Appl. Ecol. Environ. Res*, 18, 8023-8034.
https://www.academia.edu/download/93360944/1806_80238034.pdf
- [11] Wang, Y.; Wang, Y.; Liang, C.; Zhang, H.; Xian, W.; (2020). Assessment of 12 fish species in the northwest Pacific using the CMSY and BSM methods. *Front. Mar. Sci*, 7, 616.
<https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2020.00616/full>
- [12] 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.
<https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2020.483993/full>
- [13] Ji, Y.; Liu, Q.; Liao, B.; Zhang, Q.; Han, Y. n.; (2019). Estimating biological reference points for Largehead hairtail (*Trichiurus lepturus*) fishery in the Yellow Sea and Bohai Sea. *Acta. Oceanol. Sinica*, 38, 20-26.
<https://doi.org/10.1007/s13131-019-1343-4>
- [14] Kamrani, E.; Daliri, M.; Gattavi, S.; (2024). Blue justice: the role of small-scale capture fisheries to sustainable development of blue economy in the northern Persian Gulf. *J. Oceanogr*, 15, 11-19. (Persian)
<http://joc.inio.ac.ir/article-1-1786-fa.html>
- [15] Paighambari, Y.; Zare, P.; Mirzaei, M.; Abbaspour Naderi, R.; (2024). Investigating the recorded CPUE and standardized CPUE of five demersal fish species in the southern coast of Iran (Khuzestan, Bushehr, Hormozgan and Sistan and Baluchistan) in a 5-year period (2016-2020). *J. Oceanogr*, 15, 123-137.
<http://joc.inio.ac.ir/article-1-1820-fa.html>
- [16] Zhou, S.; et al.; (2017). An optimized catch-only assessment method for data poor fisheries. *ICES J. Mar. Sci*, 75, 964-976.
<https://doi.org/10.1093/icesjms/fsx226>
- [17] Hill, S. L.; et al.; (2020). Reference points for predators will progress ecosystem-based management of fisheries. *Fish. Fish*, 21(2), 368-378.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/faf.12434>
- [18] Froese, R.; et al.; (2023). New developments in the
- [2] Haghi Vayghan, A.; Agh, N.; (2022). Stock assessment of Aras Crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) for sustainable fishing management. *J. Fish*, 75, 507-520. (Persian)
https://jfisheries.ut.ac.ir/article_90286.html?lang=en
- [3] Abbasi, K.; Sarpanah, A.; (2001). Fish Fauna investigation in Arass reservoir and its Iranian tributaries. *Iran. Sci. Fish. J.*, 10, 41-62. "(Persian)
https://isfj.areeo.ac.ir/article_115800_bd13a43232005ef9bf38b267b46a268e.pdf
- [4] ESMAEILI, H. R.; SAYYADZADEH, G.; EAGDERI, S.; ABBASI, K.; (2018). Checklist of freshwater fishes of Iran. *Fish.Taxa*, 3, 1-95.
<https://www.biotaxa.org/ft/article/view/3-3-1>
- [5] Abbasi, K.; Mouludi-Saleh, A.; Eagderi, S.; (2021). Morphological diversity of the Caspian Asp, *Leuciscus aspius*, in the South Caspian Sea basin (Osteichthyes: Cyprinidae). *Zool. Middle. East*, 67, 25-31.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09397140.2021.1879439>
- [6] Radkhah, A. R.; Eagderi, S.; Poorbagher, H.; (2019). Fishes of Guilan, By Abbasi Ranjbar K. 2017. 206 p. Iliya Culture Publication, Rasht, ISBN: 978-964-190-517-2. *Int. J. Aquat. Biol*, 7, 112-116.
<https://ij-aquaticbiology.com/index.php/ijab/article/view/628/529>
- [7] Haghi Vayghan, A.; Ghanbarzadeh, M.; (2025). Stock Status and Fisheries Reference Points for Common Carp (*Cyprinus carpio*) in the Aras Dam Reservoir, the West Azerbaijan Province. *Iran. J. Appl. Ecol*, 13, 21-34. (Persian)
https://ijae.iut.ac.ir/browse.php?a_id=1233&sid=1&slc_lang=en
- [8] Mouludi-Saleh, A.; Eagderi, S.; Abbasi, K.; Pourgholami, A.; (2020). Comparison of some biological parameters of *Leuciscus aspius* (Linnaeus, 1758) from south-western part of the Caspian Sea. *J. Fish*, 73, 113-122. "(Persian)
https://jfisheries.ut.ac.ir/article_76284_ac4c91fc1418faca954543538fe11f0d.pdf
- [9] Froese, R.; Demirel, N.; Coro, G.; Kleisner, K. M.; Winker, H.; (2017). Estimating fisheries reference points from catch and resilience. *Fish. Fish*, 18, 506-526.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/faf.12190>

- Cuiabá River basin, Pantanal of Mato Grosso, Brazil. Brazil. J. Biol, 62, 165-170.
<https://www.scielo.br/j/bjb/a/wfMSNgryv4sp3BfnfW384GL/?lang=en&format=html>
- [29] Clark, C. W.; (2006). The worldwide crisis in fisheries: economic models and human behavior. Cambridge University Press.
[https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=XFHdhezvacIC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Clark,+C.+W.%3B+\(2006\).+The+worldwide+crisis+in+fisheries:+economic+models+and+human+behavior&ots=gMLZeIVRzx&sig=9QHqpQDRqpdvLeGFwg9jfeGjQk](https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=XFHdhezvacIC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Clark,+C.+W.%3B+(2006).+The+worldwide+crisis+in+fisheries:+economic+models+and+human+behavior&ots=gMLZeIVRzx&sig=9QHqpQDRqpdvLeGFwg9jfeGjQk)
- [30] Ojelade, O. C.; et al.; (2019). Reproductive Biology, Trophodynamics and Stock Structure of Ribbonfish (*Trichiurus lepturus* Linnaeus, 1758) in Tropical Marine Waters of the Bight of Benin. J. Fish. Environ, 43.
<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/JFE/article/view/165372>
- [31] Fazli, H.; Tavakoli, M.; Khoshghalb, M. R.; Moghim, M.; Valinasab, T.; (2020). Population dynamics and the risk of stock extinction of Persian sturgeon (*Borodin*) in the Caspian Sea. Fish. Aquat. Life, 28, 62-72.
<https://sciendo.com/pdf/10.2478/aopf-2020-0009>
- [32] Fazli, H.; et al.; (2023). Population biology and stock status of common carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) in the Caspian Sea. Reg. Stud. Mar. Sci, 68, 103272.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352485523004620>
- [33] Fazli, H.; Tavakoli, M.; Khoshghalb, M. R.; Moghim, M.; Valinasab, T.; (2020). Population dynamics and the risk of stock extinction of Persian sturgeon (*Acipenser persicus* Borodin) in the Caspian Sea. Fish. Aquat. Life, 28.
<https://sciendo.com/pdf/10.2478/aopf-2020-0009>
- [34] Froese, R.; (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. J. Appl. Ichthyol, 22, 241-253.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>
- [35] Azadi, S.; Sattari, M.; Imanpour Namin, J.; Bakhshalizadeh, S.; (2020). Growth patterns and some biological characteristics of *Leuciscus aspilus* (Linnaeus, 1758) in the southern parts of the Caspian Sea. J. Anim. Environ, 12, 425-434.
- analysis of catch time series as the basis for fish stock assessments: The CMSY++ method. Acta. Ichthyol. Piscat, 53, 173-189.
<https://aiep.pensoft.net/article/105910/>
- [19] Martell, S.; Froese, R.; (2013). A simple method for estimating MSY from catch and resilience. Fish. Fish, 14, 504-514.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-2979.2012.00485.x>
- [20] Verhulst, P.-F.; (1838). Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement. Correspond. Math. Phys, 10, 113-129.
<https://cir.nii.ac.jp/crid/1570009749935841536>
- [21] Schaefer, M. B.; (1954). Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial fisheries. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull, 1, 25-56.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0092824005800497>
- [22] Schaefer, M. B.; (1957). A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean.
<https://cir.nii.ac.jp/crid/1573950400405669376>
- [23] Froese, R.; Pauly, D. FishBase. 2023 [cited 2023 Version 06/2023]; Available from: www.fishbase.org.
- [24] Kimura, D. K.; Tagart, J. V.; (1982). Stock reduction analysis, another solution to the catch equations. Can. J. Fish. Aquat. Sci, 39, 1467-1472.
<https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/f82-198>
- [25] Walters, C. J.; Martell, S. J.; Korman, J.; (2006). A stochastic approach to stock reduction analysis. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 63, 212-223.
<https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/f05-213>
- [26] Schnute, J.T.; and Richards, L.J.; (2002). Surplus Production Models. In Handbook of Fish Biology and Fisheries (eds P.J.B. Hart and J.D. Reynolds), 105-126.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9780470693919.ch6>
- [27] Fritsch, S.; Guenther, F.; Guenther, M. F.; (2019). Package 'neuralnet'. Train. Neural Netw, 2, 30.
<https://cran.r-project.org/package=neuralnet>
- [28] Mateus, L. d. F.; Estupiñán, G.; (2002). Fish stock assessment of piraputanga *Brycon microlepis* in the

<https://www.magiran.com/paper/2283933/growth-patterns-and-some-biological-characteristics-of-leuciscus-aspius-linnaeus-1758-in-the-southern-parts-of-the-caspian-sea?lang=en>

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

Haghi Vayghan, A., Assistant Professor of Aquatics Ecology, Department of Ecology and Aquatic Stocks Management, Artemia and Aquaculture Research Institute, Urmia University, Urmia, Iran

✉ a.haghi@urmia.ac.ir

 <https://orcid.org/0000-0002-0265-7319>

Ghanbarzadeh, M., PhD of Marine Biology, Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Fars, Iran

✉ mehrnaz.ghanbarzadeh@saadi.shirazu.ac.ir

 <https://orcid.org/0000-0002-8014-982X>

این قسمت توسط نشریه تکمیل می‌گردد:



HOW TO CITE THIS ARTICLE

 <http://doi.org/10.52547/joc.16.62.5>
 <http://joc.inio.ac.ir/article-1-1874-fa.html>
 <https://orcid.org/0000-0002-0265-7319>



COPYRIGHTS

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