نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی

Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir

ISSN: 2423-6349

دوره ۱۲، شماره ۴، صفحات ۱۲-۱.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

پیش‌بینی تغییرات زیست‌توده و میزان برداشت کیلکای معمولی (*Clupeonella caspia*) در سواحل استان گیلان (دریای کاسپین) با روش آنالیز کاهشی ذخایر SRA

کامبیز خدمتی[۱]، محمد قلی زاده*[۲]، حسن فضلی[۳]، هادی رییسی[۴]

[۱]دانشجوی دکتری شیلات، گروه شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گنبد، گنبد کاووس ، ایران
[۲]دانشیار گروه شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گنبد، گنبد کاووس ، ایران،
[۳]دانشیار مرکز تحقیقات اکولوژی دریای خزر ساری، ساری ، ایران
[۴]استادیار گروه شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گنبد، گنبد کاووس ، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۰۳/۱۲/۱۸
پذیرش: ۰۴/۰۱/۲۴

نویسنده مسئول مکاتبه:

محمد قلی زاده، گروه شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گنبد، گنبد کاووس ، ایران

ایمیل:Gholizade_mohammad@yahoo.com
gholizadeh_m@gonbad.ac.ir

چکیده

صید کیلکا ماهیان در دریای خزر طی دهه‌های گذشته نقش مهمی در اقتصاد شیلاتی منطقه ایفا کرده است. با این حال، کاهش چشمگیر ذخایر این گونه در سال‌های اخیر به دلیل صید بی‌رویه، تغییرات زیست‌محیطی و ورود گونه‌های مهاجم، چالش‌های عمده‌ای را برای مدیریت پایدار این ذخایر ایجاد کرده است. این پژوهش با استفاده از مدل آنالیز کاهشی ذخایر (SRA) به بررسی تغییرات زیست‌توده و پیش‌بینی میزان برداشت مجاز کیلکای معمولی (*Clupeonella caspia*) در آب‌های جنوبی دریای خزر می‌پردازد. این مطالعه از داده‌های تاریخی صید و زیست‌سنجی کیلکا ماهیان طی دو دهه گذشته بهره برده و با استفاده از مدل SRA، روند تغییرات ذخایر و میزان برداشت پایدار را تحلیل کرده است. در این راستا، سناریوهای مختلف مدیریتی شامل کنترل تلاش صیادی، محدودیت‌های برداشت و تعیین سقف مجاز صید مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج این پژوهش نشان داد که میزان ذخایر کیلکا ماهیان روند نزولی داشت. مقایسه یافته‌های این تحقیق با مطالعات پیشین حاکی از افزایش سهم کیلکای معمولی در ترکیب صید و کاهش صید کیلکای آنچوی است. تحت این سناریو با کاهش ۲۰ درصدی میزان صید، در یک دوره ۸ سال شاهد افزایش میزان صید به ۱۰ هزار تن در از سال ۱۴۱۰ خواهیم بود. همچنین، شبیه‌سازی سناریوهای مدیریتی نشان داد که اعمال محدودیت‌های صید و بهینه‌سازی تلاش صیادی می‌تواند در احیای ذخایر این گونه نقش مؤثری ایفا کند. بر اساس یافته‌های این پژوهش، تدوین و اجرای سیاست‌های مدیریت صید پایدار، از جمله تعیین سقف مجاز برداشت و کنترل تلاش صیادی، ضروری است. بهره‌گیری از مدل‌های پیش‌بینی ذخایر می‌تواند به سیاست‌گذاران در جهت اتخاذ تصمیمات آگاهانه و پایدار کمک کند. این مطالعه توصیه می‌کند که در راستای حفظ تعادل اکولوژیکی و پایداری اقتصادی صنعت شیلات، نظارت مستمر بر ذخایر کیلکا ماهیان و ارزیابی دوره‌ای وضعیت زیستی آن‌ها در دستور کار قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: پویایی جمعیت، شیلات پایدار، مدیریت منابع دریایی، مدل‌سازی زیست‌محیطی، سیاست‌گذاری شیلات

۱ | مقدمه

صید کیلکا ماهیان در دریای کاسپین از سال ۱۹۳۰ با تور توسط کشور شوروی سابق آغاز شد (Razavi Sayad, 1371). در سال ۱۹۵۱، روش‌های صید با استفاده از تور قیفی و نور زیرآبی توسط روس‌ها معرفی شد و در دهه ۱۹۶۰ میزان صید سالانه به ۲۰۰ تا ۳۰۰ هزار تن رسید (Pourgholam et al., 1375). بررسی‌های اخیر نشان

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-06-27]

می‌دهد که کاهش عمده صید تجاری کیلکا ماهیان از ۹۵ هزار تن در سال ۱۹۹۹ به ۱۵/۴۹۷ تن در سال ۲۰۰۳ رخ داده است. این کاهش به‌طور خاص در کشورهای هم‌جوار دریای کاسپین مشهود بوده است، به‌طوری‌که میزان صید چهار کشور (به‌جز ایران) در سال ۲۰۰۱ نسبت به ۱۹۹۹ تا ۵۹ درصد کاهش یافت. سهم کیلکای آنچوی از کل صید کیلکا نیز از ۷۱ درصد در سال ۱۹۹۹ به ۵۲/۵ درصد در سال ۲۰۰۳ کاهش یافت، درحالی‌که سهم کیلکای معمولی از ۱۳/۷ درصد به ۴۸/۹ درصد افزایش نشان داد (Sayad Bourani et al., 2008). در آب‌های ایران، سهم کیلکای معمولی از ۵/۵ درصد در سال ۱۹۹۸ به ۴۸/۹ درصد در سال ۲۰۰۳ افزایش یافت، اما ترکیب کیلکای آنچوی از ۸۰-۸۵ درصد به ۵۰/۵ درصد کاهش پیدا کرد (Fazli et al., 2007). این تغییرات می‌تواند نشان‌دهنده تأثیر فشار صید و ورود گونه‌های مهاجم مانند شانه‌دار *Mnemiopsis leidyi* باشد (Fazli et al., 2011; Karpyuk et al., 2001; Janbaz, 2013, 2016, 2019).

کاهش صید کیلکا اثرات قابل‌توجه اقتصادی و اجتماعی به همراه داشته است. این کاهش منجر به افت درآمد صیادان و صاحبان صنایع مرتبط، ازجمله کارخانه‌های تولید پودر ماهی، شده است. به‌عنوان‌مثال، میانگین صید سالانه هر شناور از ۶۰۰ تن در سال ۱۳۷۸ به حدود ۳۰۰ تن در سال ۱۳۹۸ کاهش‌یافته است. این موضوع در کنار کاهش ذخایر، امنیت شغلی صیادان و بهره‌برداری پایدار را به خطر انداخته است. علاوه بر این، پارامترهای زیستی ازجمله سن، رشد و سایر ویژگی‌های بیولوژیکی کیلکا ماهیان نیز تحت تأثیر قرار گرفته‌اند (Janbaz, 1392). در چنین شرایطی، بهره‌برداری اصولی و بهینه از ذخایر کیلکا ماهیان بیش‌ازپیش ضروری به نظر می‌رسد.

یکی از رویکردهای علمی برای مدیریت پایدار ذخایر، شبیه‌سازی جمعیت آینده ذخایر و پیش‌بینی روند تغییرات تحت سناریوهای مدیریتی مختلف است. استفاده از مدل‌های ارزیابی ذخایر امکان بررسی تأثیر سیاست‌های مدیریتی بر پایداری جمعیت را فراهم می‌کند. در این میان، مدل آنالیز کاهشی ذخایر (SRA) یکی از ابزارهای مناسب برای تحلیل پویایی جمعیت و ارزیابی بهره‌برداری از ذخایر آبزیان محسوب می‌شود (Raisi, 2016). مدل SRA با کاهش نقاط ضعف مدل‌های کلی‌نگر و پیچیده، قادر است داده‌های محدود را به اطلاعات قابل‌اتکا برای مدیریت شیلات تبدیل کند.

پس از سال ۱۳۷۶ به دلیل عدم دسترسی به کشتی تحقیقاتی گیلان، پروژه‌های مستقیم ارزیابی ذخایر کیلکا ماهیان متوقف شد. به همین دلیل، پروژه‌ای با هدف پایش زیستی و صید کیلکا ماهیان در مناطق بابلسر، امیرآباد و انزلی اجرا گردید. این مطالعات نشان داد که صید کیلکا ماهیان تا سال ۱۳۷۸ روند افزایشی داشت (۹۵ هزار تن)، اما از سال ۱۳۷۹ کاهش چشمگیری پیدا کرد و تا سال ۱۳۸۴ به ۱۹ هزار تن رسید (Fazli et al., 1382, 1383, 1385). Fazli و همکاران (۱۳۹۱) با تحلیل داده‌های دوره ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۰ به این نتیجه رسیدند که وضعیت ذخایر کیلکای معمولی بهتر از دو گونه دیگر است. مطالعه‌ای دیگر توسط Amiri و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از مدل‌های سری زمانی SARIMA به پیش‌بینی روند صید کیلکا در جنوب دریای خزر پرداخت و نشان داد در صورت ثبات تلاش صیادی، احتمال افزایش ملایم عملکرد صید تا سال ۲۰۲۱ وجود دارد. در ادامه، Fazli و همکاران (۲۰۲۰) کاهش شدید زیست‌توده دو گونه کیلکا معمولی و شم درشت را از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۷ گزارش دادند، به‌طوری که این دو گونه براساس معیار IUCN A در وضعیت "به‌شدت در معرض خطر انقراض" قرار دارند. آن‌ها بر لزوم همکاری منطقه‌ای کشورهای حاشیه خزر برای مدیریت این منابع تأکید کردند.

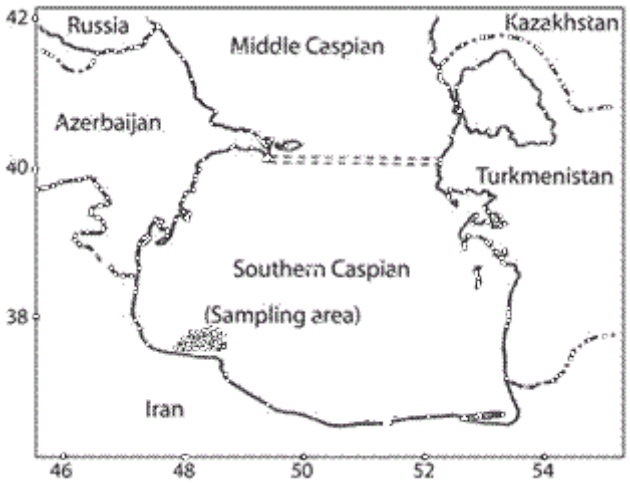
با توجه به روند نزولی صید کیلکا ماهیان در آب‌های جنوبی دریای کاسپین، استفاده از مدل‌های تحلیلی برای ارزیابی وضعیت ذخایر و پیش‌بینی آینده آن‌ها ضرورت دارد. این مطالعه با هدف بررسی وضعیت ذخایر کیلکا ماهیان، تحلیل دو نوع صید بی‌رویه (صید افراد نابالغ و صید بیش‌ازحد) و ارائه سناریوهای مدیریتی برای صید ذخایر کیلکا انجام شد.

۲ | مواد و روش‌ها

در این مطالعه برای شبیه‌سازی جمعیت آینده کیلکا ماهیان در سواحل استان گیلان ابتدا میزان صید ذخایر ماهی کیلکای معمولی در بین سال ۱۳۶۸ تا سال ۱۴۰۳ توسط آنالیز کاهشی ذخایر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت سپس با استفاده از آنالیز کاهشی ذخایر (SRA) به‌صورت قطعی روند آینده ذخایر کیلکای معمولی شبیه‌سازی شد (Walters, 2006):

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-06-27]

رابطه (۱) $N_{a+1,t+1} = N_{a,t}S(1-v_{a,t}U_t)$ در اینجا، $S = e^{-M}$ میزان بقا کیلکا ماهیان را نشان داد.



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه واقع در سواحل استان گیلان

$V_{a,t}$: آسیب‌پذیری نسبی ماهی در مقابل ابزار صید مختلف در سن a و در سال t برای محاسبه این مقدار ترکیب طولی کیلکا ماهیان در تمام ادوات صیادی در صیدگاه‌های استان گیلان به دست آمد.

U_t: نرخ بهره‌برداری تمام ماهیانی است که توسط ابزار صید کیلکا صید شد.

برای برآورد U_t سالانه از معادله زیر استفاده می‌کنیم:

رابطه (۲) $$U_t = {C_t}/{\sum_a N_{a,t} v_{a,t} w_a}$$

در اینجا، C_t میزان صید سالانه، w_a میانگین وزن ماهی در سن a، مقسوم‌علیه این معادله کل بیومس است که در سال t در مقابل ابزار صید آسیب‌پذیر هستند.

به علت خاصیت انعطافی و برازش پذیری مدل SRA به‌منظور برازش پارامترها ما تولید مازاد نیز به‌عنوان مکملی برای این مدل استفاده می‌کنیم. سپس با استفاده از مدل غیرقطعی آنالیز کاهشی ذخایر میزان عدم قطعیت شبیه‌سازی به مدل اضافه می‌گردد.

نرخ مرگ و میر کل که شامل صیادی و طبیعی می‌گردد نقش بسزایی در آینده یک ذخیره ایفا می‌کند؛ بنابراین در این مطالعه سعی شد منابع ایجاد خطا در محاسبه مرگ و میر محاسبه و این میزان خطا مشخص شود و تخمین دقیقی از نرخ مرگ و میر محاسبه شود. برای گنجاندن تغییرپذیری سامانه اکولوژیکی طی زمان و مکان از الگوریتم مونت‌کارلو استفاده شد (Raisi, 2016).

تفاوت‌های خطای نمونه‌برداری آنالیز منحنی سنی را تحت تأثیر قرار خواهد داد. برای حل این مورد، ساده‌ترین راه گرفتن نمونه کامل[1] از اندازه N است که صحت فراوانی نسبی برای هر کلاسه سنی t را افزایش می‌دهد.

خطای نمونه‌برداری با استفاده از الگوریتم مونت‌کارلو و انجام ۱۰۰۰ تکرار به معادله برآورد مرگ و میر اضافه شد (Raisi, 2016):

رابطه (۳) $$\widehat{f_1} = f_1 + \varepsilon \times \frac{f_1}{f}$$

$$N_t = N_0 e^{-(M+F)t} = N_{t-1} e^{-z}$$

که در اینجا، f_1 فراوانی صحیح (true)، f-bar فراوانی کل میانگین‌ها، f-hat فراوانی مورد انتظار هست، ε یک متغیر تصادفی نرمال با میانگین صفر و انحراف معیار σ N $[0, \sigma]$ که در نرم‌افزار Excel مورد بررسی قرار گرفت.

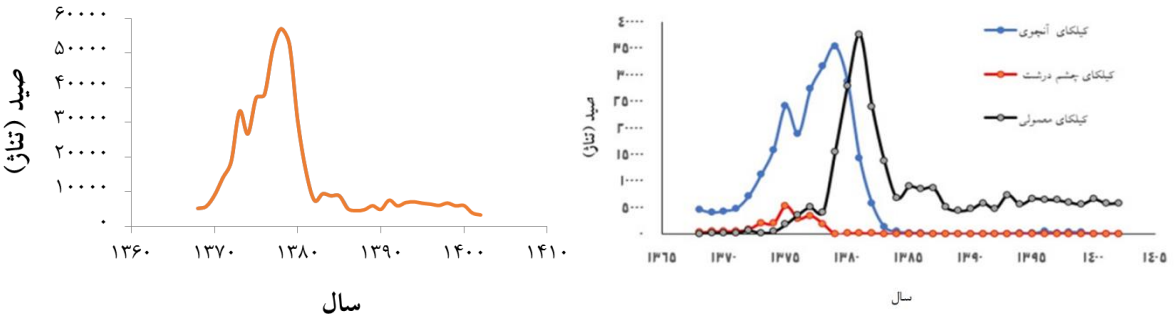
۳ | نتایج

نتایج تجزیه و تحلیل آنالیز کاهشی ذخایر SRA در ۴ دهه اخیر بیانگر تغییر در ترکیب صید کیلکا ماهیان در استان گیلان بود. با بررسی داده‌های صید ماهی کیلکا در صیدگاه‌های استان گیلان از سال ۱۳۶۸ تا سال ۱۴۰۲

[1] perfect sample

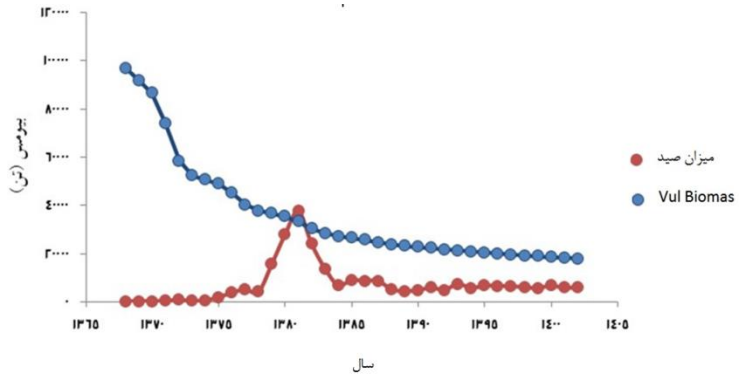
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-06-27]

مشخص گردید که روند صید ماهی کیلکا در ۴ دهه اخیر ابتدا در میانه دهه ۷۰ روندی بشدت افزایشی داشت و سپس با ادامه فشار صیادی میزان صید بشدت کاهش یافت (شکل ۲). کیلکای آنچوی[۲]، با میزان صید ۴۵۹۰ تن در سال، ۹۱/۸ درصد از ترکیب صید را در سال ۱۳۷۰ به خود اختصاص داد. کیلکای چشم درشت[۳] و کیلکای معمولی[۴] به ترتیب با ۳۱۲/۱۲ و ۷۰ تن، ۶/۸ تا ۱/۴ درصد از میزان صید را به خود اختصاص دادند؛ اما در سال ۱۴۰۲ کیلکای معمولی با ۵۹۴۶ تن، ۹۸/۶ درصد از ترکیب گونه‌ای صید کیلکا ماهیان را تشکیل داد (شکل ۲).



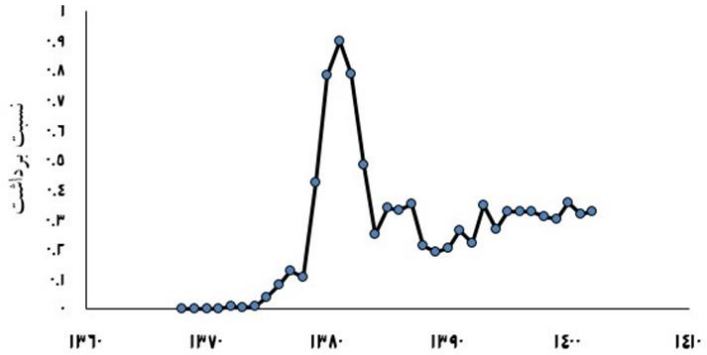
شکل ۲: روند و میزان صید ۳ گونه کیلکا در طول ۴ دهه اخیر در استان گیلان

با توجه به داده‌های طولانی مدت صید، در ۴ دهه اخیر میزان بیومس کیلکا با استفاده از آنالیز SRA شبیه‌سازی شد. نتایج بیانگر روند کاهشی ذخایر کیلکای معمولی در بین سال ۱۳۶۸ تا سال ۱۴۰۳ بود (شکل ۳).



شکل ۳: شبیه‌سازی بیومس کیلکای معمولی در استان گیلان جنوب دریای کاسپین

با توجه به افزایش شدید در میزان صید کیلکای معمولی در اواخر دهه ۷۰ تا میانه دهه ۸۰، مدل آنالیز کاهشی افزایش شیب کاهش در روند بیومس کیلکای معمولی را نشان داد (شکل ۳). در ادامه میزان برداشت کیلکای معمولی با استفاده از آنالیز کاهشی ذخایر SRA شبیه‌سازی شد (شکل ۴).



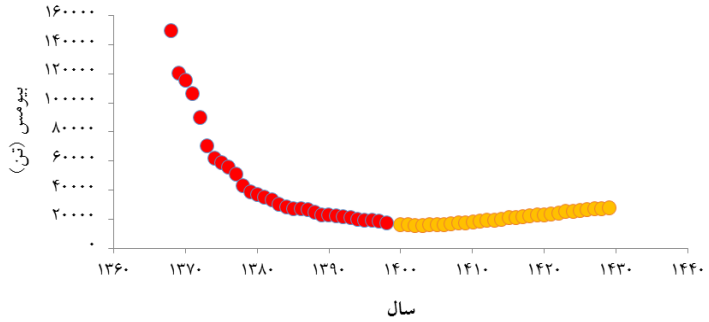
شکل ۴: درصد برداشت مدل برای کیلکای معمولی در صیدگاه گیلان در جنوب دریای کاسپین

[2] *C. engrauliformis*
[3] *C. grimmi*
[4] *C. caspia*

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-06-27]

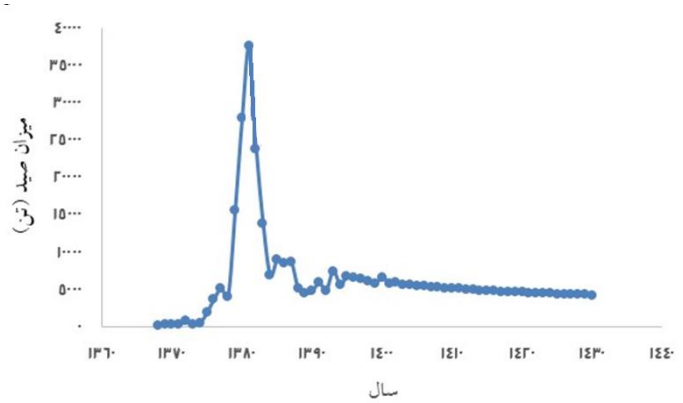
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-06-27]

بیومس کیلکای معمولی با استفاده از آنالیز کاهشی ذخایر با فرض ادامه وضع موجود در صیدگاه‌های استان گیلان شبیه‌سازی شد (شکل ۵). نتایج نشان داد که با فرض ادامه وضع موجود میزان بیومس ماهی کیلکای معمولی به حدود ۱۷ هزار تن در استان گیلان کاهش خواهد یافت.



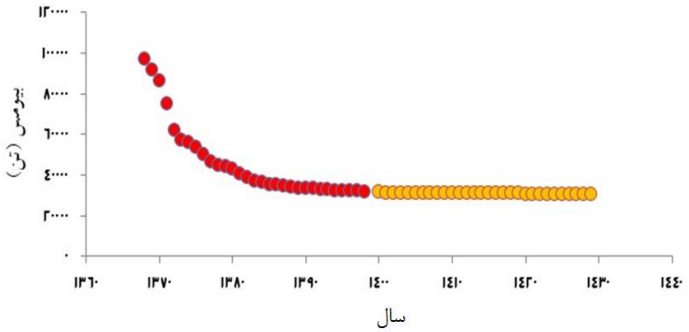
شکل ۵: بیومس شبیه‌سازی شده تا سال ۱۴۳۰ در استان گیلان جنوب دریای کاسپین

همچنین میزان صید با فرض ادامه وضع موجود تا سال ۱۴۳۰ برای کیلکای معمولی شبیه‌سازی شد. نتایج بیانگر این بود که با فرض ادامه وضع موجود میزان صید تا سال ۱۴۳۰ در محدوده ۶۰۰۰-۴۰۰۰ تن ثابت خواهد ماند (شکل ۶).



شکل ۶: میزان صید شبیه‌سازی توسط مدل برای کیلکای معمولی در استان گیلان جنوب دریای کاسپین

همچنین تحت سناریو کاهش ۲۰ درصدی در میزان برداشت میزان بیومس کیلکای معمولی شبیه‌سازی شد که با توجه به این سناریو میزان بیومس تا سال ۱۴۳۰ به ۳۰ هزار تن افزایش خواهد یافت که نسبت به ادامه وضع موجود شاهد افزایش حدود ۱۴ هزار تن در بیومس ذخایر کیلکا در استان گیلان خواهیم بود (شکل ۷).

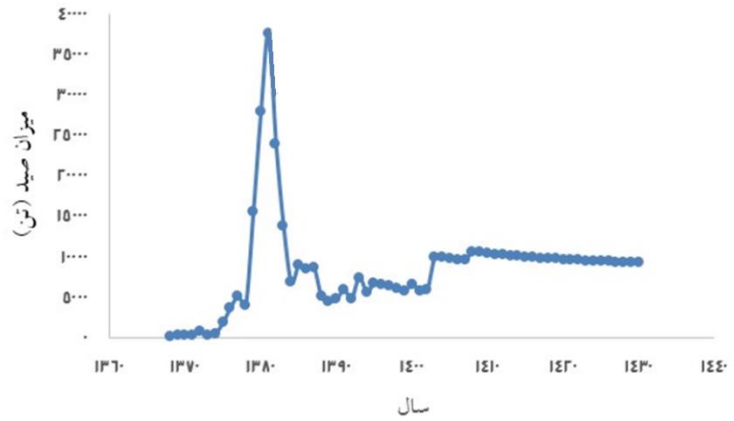


شکل ۷: میزان بیومس شبیه‌سازی توسط مدل برای کیلکای معمولی در استان گیلان جنوب دریای کاسپین

همچنین تحت این سناریو با کاهش ۲۰ درصدی میزان صید، در یک دوره ۸ سال شاهد افزایش میزان صید به ۱۰ هزار تن در از سال ۱۴۱۰ خواهیم بود (شکل ۸).

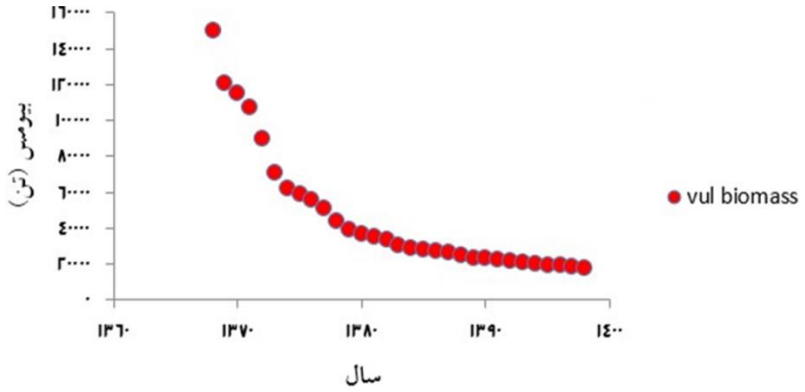
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-06-27]

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-06-27]



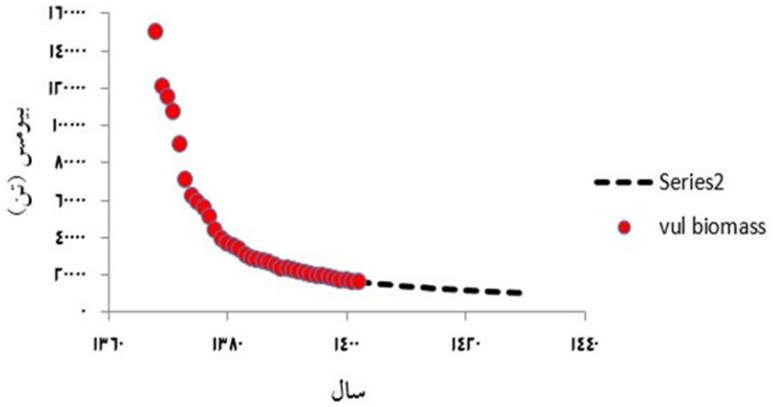
شکل ۸: میزان صید شبیه‌سازی توسط مدل برای کیلکای معمولی در استان گیلان جنوب دریای کاسپین با فرض کاهش برداشت ۲۰ درصدی

با استفاده از آنالیز کاهشی ذخایر SRA، میزان زیتوده ماهی کیلکا (بدون تفکیک گونه با ۹۸/۵ درصد میزان صید کیلکا در سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۴۰۲ ترسیم شد (شکل ۹).



شکل ۹: بیومس شبیه‌سازی شده برای ماهی کیلکا در صیدگاه‌های استان گیلان در سه دهه اخیر

نتایج شبیه‌سازی بیانگر این مسئله بود که میزان زیتوده ماهی کیلکا با شروع صیادی و افزایش شدید صید بشدت دچار افت و کاهش شده است. نتایج بیومس شبیه‌سازی شده و مرگ و میر صیادی مدل فشار شدید بر ذخایر ماهی کیلکا را نشان می‌دهد (شکل ۱۰).

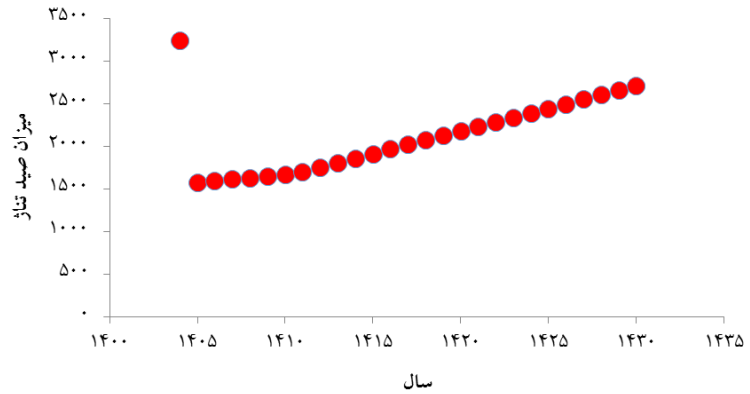


شکل ۱۰: بیومس شبیه‌سازی شده برای ماهی کیلکا در سه دهه آینده با توجه به ادامه وضع موجود در صیدگاه‌های استان گیلان

با استفاده از داده‌های سالیانه بیومس ماهی کیلکا در صیدگاه‌های استان گیلان، با در نظر گرفتن سناریو کاهش صید تجاری به نصف، میزان صید (به تن) شبیه‌سازی شد (شکل ۱۱).

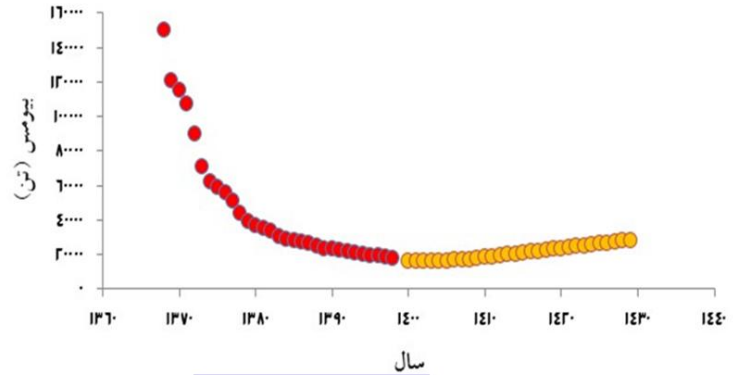
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-06-27]

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-06-27]



شکل ۱۱: بیومس شبیه‌سازی شده برای ماهی کیلکا در سه دهه آینده با توجه به کاهش صید در صیدگاه‌های استان گیلان

با تعریف سناریو ادامه وضع موجود با نرخ مرگ و میر صیادی ۰/۲ در سال به‌طور میانگین باعث ثبات تقریبی ذخایر ماهی کیلکا در صیدگاه‌های استان گیلان با بیومس تقریبی ۱۵۰۰۰ هزار تن می‌شود. همچنین شبیه‌سازی ذخایر ماهی کیلکا با کاهش روند صید تجاری به‌منظور جبران آسیب وارده بر ذخایر بیانگر و رساندن نرخ مرگ و میر صیادی به میزان یک دهم در سال بیانگر افزایش تدریجی میزان زیتوده در طی سه دهه آینده خواهد شد؛ و می‌تواند زیتوده ذخیره کیلکا را به ۳۰ هزار تن در پایان سال ۱۴۳۰ افزایش دهد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲: شبیه‌سازی ذخایر ماهی کیلکا با توجه به نرخ مرگ و میر صیادی ۰/۱ در سال در صیدگاه‌های استان گیلان

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

داده‌های صید و تلاش صیادی برای ماهی کیلکا از اواخر دهه ۶۰ شمسی در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه آغاز صید تجاری و افزایش شناورهای صید ماهی کیلکا در میانه دهه ۷۰ شمسی تا اواخر این دهه صورت گرفت و یکی از پیش‌فرض‌های مهم آنالیز کاهشی ذخایر، وجود داده‌های صید و تلاش صیادی از ابتدای بهره‌برداری در مقیاس صنعتی می‌باشد، نتایج آنالیز SRA می‌تواند با درجه اطمینان بالا در مورد مدیریت صید ماهی کیلکا در استان گیلان مورد توجه قرار گیرد. بررسی میزان صید و تلاش صیادی در طول سه دهه اخیر در صیدگاه‌های استان گیلان بیانگر افزایش شدید فشار صید و صیادی در میانه دهه هفتاد شمسی بود. نتایج آنالیز کاهشی ذخایر SRAبرای ماهی کیلکا بیانگر کاهش شدید بیومس ماهی کیلکا در اواخر دهه هفتاد شمسی و افت شدید ذخیره ماهی کیلکا بود. با توجه به فشار شدید صید و تلاش صیادی در دهه ۷۰ که در مورد تلاش صیادی، افزایش شناورهای صیادی از ۵ شناور در سال ۱۳۶۸ به ۱۱۰ شناور در سال ۱۳۸۰ را شاهد بودیم، این کاهش در بیومس قابل تحلیل و انتظار بود.

علاوه بر تلاش صیادی، عوامل محیطی و زیستی نیز در کاهش ذخایر کیلکا نقش داشته‌اند. یکی از مهمترین این عوامل، تهاجم گونه مهاجم شانه‌دار است که از اواخر دهه ۱۹۹۰ در دریای کاسپین مشاهده شد. این گونه مهاجم زئوپلانکتون‌ها را شکار کرده و منجر به کاهش منابع غذایی کیلکا شده است که تأثیرات منفی آن بر زیست‌توده کیلکا پیش‌تر نیز توسط Parafkandeh Haghighi & Kaymaram (۲۰۱۲) و Fazli (۲۰۱۱) مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج مطالعه حاضر نیز همسو با این یافته‌ها

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-06-27]

نشان می‌دهد که تغییر در ترکیب گونه‌ای کیلکا، به‌ویژه کاهش کیلکای آنچوی و غلبه یافتن کیلکای معمولی، احتمالاً ناشی از این تهاجم بوده است.

همچنین، تحقیقات دیگر از جمله مطالعه‌ای توسط Fazli (۲۰۱۱) نشان داده است که نوسانات سطح دریا و تغییرات دمایی نیز در پراکنش و فراوانی کیلکا تأثیرگذار بوده‌اند. کاهش صید در دوره‌های افزایش سطح دریا و همچنین تأثیر دما بر رشد و تولیدمثل کیلکا، از جمله مواردی است که با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد. علاوه بر این، مطالعات Amiri و همکاران (۲۰۱۷) نشان داده‌اند که داده‌های سنجش از دور، مانند دمای سطح دریا در شب، غلظت کلروفیل آ و کدورت، می‌توانند برای شناسایی مناطق بالقوه ماهیگیری به کار روند که این روش می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مدیریتی مؤثر مورد استفاده قرار گیرد.

نتایج آنالیز کاهشی ذخایر تحت سناریوی ادامه وضعیت صید با ۲۸ شناور در صیدگاه‌های صید کیلکا در استان گیلان که طبق محاسبات انجام شده در این مطالعه منجر به ایجاد نرخ مرگ و میر صیادی ۰/۲ در سال بود، بیومس ماهی کیلکا را برای سه دهه آینده تا سال ۱۴۳۰ شبیه‌سازی کردند. نتایج این شبیه‌سازی برای ماهی کیلکا در صیدگاه‌های استان گیلان نشان داد که با ادامه وضع موجود، ذخایر ماهی کیلکا در سطح ۱۵ هزار تن تثبیت خواهد شد. این نتیجه با یافته‌های Fazli و همکاران (۲۰۱۴) همخوانی دارد که بیان می‌کنند علیرغم کاهش CPUEبرای کیلکای آنچوی و کیلکای بزرگ، CPUE برای کیلکای معمولی افزایش یافته است.

در یک سناریوی دیگر، میزان نرخ مرگ و میر صیادی به ۰/۱ کاهش یافت، یعنی تعداد شناورهای موجود به ۱۴ عدد کاهش یابد یا کاهش ۵۰ درصدی در فصل مجاز صید اعمال شود. تحت این سناریو، ذخایر ماهی کیلکا از سال ۱۴۰۸ به تدریج روند افزایشی یافته و تا سال ۱۴۳۰ به بالای ۳۰ هزار تن خواهد رسید. این یافته با تحقیقات Janbaz و همکاران (۲۰۱۲) همخوانی دارد که نشان دادند صید بیش از حد و رقابت با شانه‌دار منجر به کاهش شدید زیست‌توده کیلکای آنچوی شده است، اما کیلکای معمولی نشانه‌هایی از بهبودی را نشان داده است.

در زمینه مدیریت شیلاتی، پیشنهاد می‌شود سیاست‌های کاهش فشار صیادی از طریق اعمال محدودیت بر تعداد شناورها و زمان صید در دستور کار قرار گیرد. همچنین، اجرای برنامه‌های بازسازی ذخایر از جمله کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی، بهبود کیفیت آب و احیای زیستگاه‌های طبیعی ضروری است. یافته‌های Fazli و همکاران (۲۰۰۹، ۲۰۱۴) نیز بر لزوم اجرای محدودیت‌های صید در مراحل بحرانی زندگی ماهیان مانند تولیدمثل تأکید کرده‌اند. علاوه بر این، همکاری‌های منطقه‌ای میان کشورهای حاشیه دریای کاسپین در زمینه مدیریت شیلات و حفاظت از منابع آبزی می‌تواند نقش بسزایی در پایداری این ذخایر ایفا کند. استفاده از مدل‌های سری زمانی مانند ARIMAبرای پیش‌بینی روندهای صید (Gerami & Rabbaniha, 2018) و مدل‌های حداکثر آنتروپی در شناسایی مناطق بالقوه صیادی (Amiri et al., 2017) از جمله ابزارهای مدیریتی مؤثر برای بهبود پایش و تصمیم‌گیری در مورد ذخایر کیلکا محسوب می‌شوند.

به‌طورکلی، پیش‌بینی تغییرات زیست‌توده و میزان برداشت کیلکای معمولی در دریای کاسپین نیازمند درک تعامل میان گونه‌های مهاجم، عوامل محیطی و شیوه‌های ماهیگیری است. درحالی‌که تهاجم شانه‌دار و صید بیش از حد چالش‌های مهمی را ایجاد کرده‌اند، پیشرفت در مدل‌سازی و استراتژی‌های مدیریت امیدی برای بهبود و پایداری جمعیت کیلکا فراهم می‌کند. ادامه تحقیقات و همکاری‌های بین‌المللی برای اطمینان از دوام بلندمدت این ماهیگیری ضروری خواهد بود.

۶| ملاحظات اخلاقی

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

EFERENCES

Amiri, K. A. V. E. H., Shabanipour, N., & Eagderi, S. (2017). Predicting the potential fishing grounds for Kilka (Clupeonella spp.) in the southern Caspian Sea using maximum entropy models and remotely sensed satellite data. Iranian Journal of Ichthyology, 4(3), 290–298.

Fazli, H. (2011). Some environmental factors effects on species composition, catch and CPUE of kilkas in the Caspian Sea. Ecopersia, 2, 157–164.

Fazli, H. (2014). Stocks status of kilka in Iranian waters of the Caspian Sea. Environmental Resources Research, 1(2), 167–180.

Fazli, H., Zhang, C. I., Hay, D. E., & Lee, C. W. (2009). Multi-species approach for stock management of kilka fish (genus: Clupeonella)

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-06-27]

Janbaz, A. A., Kar, D., Parafkandeh, F., Ghasemi, Sh., Moghim, M., Bagherzadeh, F., Abdolmaleki, Sh., Azari, A., Nahrvar, M., Rastin, R., & Molaei, H. (2013). Biological characteristics of kilka fishes along the Iranian coast of the Caspian Sea for sustainable exploitation. Iranian Fisheries Science Research Institute, Caspian Sea Ecology Research Center. 68 p. [In Persian]

Karpyuk, M. I. (2004). Results of research into *Mnemiopsis leidyi* impact on the Caspian Sea ecosystem and development of biotechnical principles of possible introduction of *Beroe ovata* for biological control of Mnemiopsis population. In First Regional Technical Meeting, February 22–23, Tehran, Iran.

Mamedov, R. (2000). International-legal status of Caspian Sea in its historical development. The Turkish Yearbook of International Relations, 30, 107–137.

Parafkandeh Haghighi, F., & Kaymaram, F. (2012). Significant changes in pelagic fish stocks of Clupeonella spp. in the south Caspian Sea. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 11(3), 559–569.

Pourgholam, R., Sedov, V. A., Yermolchev, K., Besharat, H., & Fazli, H. (1996). Assessment of Kilka fish stocks using hydroacoustic methods. Mazandaran Fisheries Research Center. [In Persian]

Raisi, H. (2016). Stock assessment and management of whitetip shark fishing using a non-deterministic simulation model in the Persian Gulf and Oman Sea fisheries (PhD thesis). University of Hormozgan. 135 p.

Rezvayi Sayyad, B. (1992). Distribution and abundance of kilka in Iranian waters. Iranian Fisheries Scientific Journal, (2), 1–21. [In Persian]

Walters, C. J., Martell, S. J., & Korman, J. (2006). A stochastic approach to stock reduction analysis. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 63(1), 212–223.

in Iranian waters of the Caspian Sea. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 8(2), 141–154.

Fazli, H., Zhang, C. I., Hay, D. E., Lee, C. W., Janbaz, A. A., & Borani, M. S. (2007). Population ecological parameters and biomass of anchovy kilka *Clupeonella engrauliformis* in the Caspian Sea. Fisheries Science, 73, 285–294.

Gerami, M. H., & Rabbaniha, M. (2018). Forecasting the anchovy Kilka fishery in the Caspian Sea using a time series approach. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 18(11), 1288–1292.

Ivanov, P. I. (2001). Invader in the Caspian Sea, *Ctenophora Mnemiopsis*, and preliminary results of study of its impact on pelagic ecosystem. In First International Meeting: The Invasion of the Caspian Sea by the Comb Jelly Mnemiopsis—Problems, Perspectives, Need for Action (pp. 22–26). Baku, Azerbaijan.

Janbaz, A. A., Fazli, H., Abdolmaleki, Sh., Kar, D., Moghim, M., Afraei, M. A., Daryanbord, Gh., Salavatian, S. M., Rastin, R., Nikpour, M., & Rezvani, Gh. (2016). Study on the diet, reproduction, and biological parameters of kilka fishes in Iranian waters of the Caspian Sea. Iranian Fisheries Science Research Institute, Caspian Sea Ecology Research Center. 60 p. [In Persian]

Janbaz, A. A., Fazli, H., Khedmati, K., Bagherzadeh, F., Talshian, H., Afraei, M. A., Razghiyan, G., & Rastin, R. (2018). Abundance, age, and growth of big eye kilka in the kilka catch composition in Iranian waters of the Caspian Sea (2006–2008). Caspian Sea Aquatic Journal, 3(Autumn & Winter), 57–67. [In Persian]

Janbaz, A. A., Fazli, H., Pourgholam, R., Kaymaram, F., Bandpei, A., Abdolmaleki, S., & Khedmati, K. (2012). Fishery and biological aspects of anchovy Kilka (*Clupeonella engrauliformis*) in the southern Caspian Sea. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 11(4), 796–806.

نحوه استناد به‌مقاله:

خدمتی ک.، قلی زاده م.، فضلی ح.، رییسی ه.. بررسی فراوانی طولی، رابطه طول- وزن و طول بلوغ جنسی ماهی هوور مسقطی *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758) در تورهای گوشگیر دریای عمان (استان سیستان و بلوچستان). نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی‌دانشگاه گنبدکاووس. ۱۴۰۳. ۱۲(۴): ۱۲-۱.

Khedmati K., Gholizadeh M., Fazli H., Raisi H. Length frequency, length-weight relationship, and length of sexual maturity of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758)) in artisanal gillnets in the Oman Sea (Sistan and Baluchistan Province). Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2024, 12(4): 01-12.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-06-27]

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-06-27]

Journal of Applied Ichthyological Research Vol. 12, No 4, 01-12
Print ISSN: 2423-6349
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir

Forecasting Biomass Dynamics and Catch Levels of *Clupeonella caspia* in the Coastal Waters of Gilan Province (Caspian Sea) Using the Stock Reduction Analysis (SRA) Approach

Khedmati K[1]., Gholizadeh M[*2]., Fazli H[3]., Raisi H[4]

[1]PhD Student in Fisheries, Fisheries Department, Gonbad University of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous, Iran,
[2]Associate Professor, Fisheries Department, Gonbad University of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous, Iran,
3Associate Professor, Sari Caspian Sea Ecology Research Center, Sari, Iran
[4]Assistant Professor, Fisheries Department, Gonbad University of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous, Iran

Type:
Original Research Paper

Paper History:

Received: 08-03-2025
Accepted: 13-04- 2025

Corresponding author:

Gholizadeh M. Fisheries Department, Gonbad University of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous, Iran.

Email:
Gholizade_mohammad@yahoo.com
gholizadeh_m@gonbad.ac.ir

Abstract

Clupeonella caspia fishing in the Caspian Sea has played a significant role in the regional fisheries economy over the past decades. However, a sharp decline in the stock of this species in recent years due to overfishing, environmental changes, and the introduction of invasive species has posed major challenges to the sustainable management of these stocks. This study employs the Stock Reduction Analysis (SRA) model to assess biomass changes and predict the allowable catch of the *C. caspia* in the southern waters of the Caspian Sea. This research utilizes historical catch and biometric data of Kilka species over the past two decades and applies the SRA model to analyze stock trends and sustainable harvesting rates. Various management scenarios, including fishing effort control, harvest limitations, and setting catch quotas, have been examined. The findings indicate a declining trend in Kilka stock, with improper exploitation threatening the biological and economic sustainability of the industry. A comparison of the results with previous studies reveals an increasing share of *C. caspia* in the catch composition and a decrease in anchovy *C. caspia* harvests. Under this scenario, with a 20% reduction in the catch rate, we will see an increase in the catch rate to 10,000 tons in a period of 8 years starting in 2031. Furthermore, the simulation of management scenarios suggests that implementing catch restrictions and optimizing fishing effort can play a crucial role in the recovery of this species' stock. Based on the study's findings, it is essential to develop and implement sustainable fisheries management policies, such as setting allowable catch limits and regulating fishing efforts. Utilizing stock prediction models can assist policymakers in making informed and sustainable decisions. This study recommends continuous monitoring of *C. caspia* stocks and periodic assessment of their biological status to maintain ecological balance and ensure the long-term economic sustainability of the fisheries sector.

Keywords: Population dynamics, Sustainable fisheries, Marine resource management, Environmental modeling, Fisheries policy

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-06-27]