

(OPEN ACCESS)

The study of some characteristics of population dynamics and fishing status of common carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) in the southeastern part of the Caspian Sea (Golestan province) during 2016-2021

Hassan Mohammadkhani¹, Hojatollah Jafaryan^{*2}, Hadi Raeisi³, Rasoul Ghorbani⁴, Rahman Patimar⁵, Abdolazim Fazel⁶

1. Research Instructor, Inland Waters Aquatics Resources Research Center-Gorgan, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran. E-mail: khanihm43@gmail.com
2. Corresponding Author, Professor, Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran. E-mail: hojat.jafaryan@gmail.com
3. Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran. E-mail: raeisi_hadi@yahoo.com
4. Professor, Dept. of Aquatics Production and Exploitation, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: rasulghorbani@gmail.com
5. Professor, Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad. Kavous, Iran. E-mail: rpatimar@yahoo.com
6. Research Assistant Professor, Gorgan Inland Waters Aquatic Resources Research Center, Gorgan, Iran. E-mail: a.fazel58@gmail.com

Article Info

Article type:

Full Length Research Paper

Article history:

Received: 06.19.2024

Revised: 06.28.2024

Accepted: 07.01.2024

Keywords:

Caspian Sea,
Catch reduction pattern
Common carp,
Population dynamics

ABSTRACT

Background and Objectives: The common carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) is a prominent and valuable species that inhabits the Caspian Sea, unfortunately, its catch has decreased greatly in recent years. The purpose of this research is to investigate the status of carp fishing in the Caspian Sea using fishing data.

Materials and Methods: In this research, the catch reduction pattern of this species was evaluated using catch per unit effort (CPUE) data in the period of 2016 to 2021.

Results: The fork length of the samples varied across different years, with a range of 17 to 75 cm observed over the six years study period. Also, its dynamic parameters were different in different years and did not follow the fixed pattern. The current fishing mortality rate compared to the biological reference points showed that the current fishing trend is higher than the optimal mortality coefficients and the mortality limit.

Conclusion: The results indicate a critical situation in the future of carp fishing and the continuation of this harvesting policy will lead to a sharp reduction and destruction of its stock.

Cite this article: Mohammadkhani, Hassan, Jafaryan, Hojatollah, Raeisi, Hadi, Ghorbani, Rasoul, Patimar, Rahman, Fazel, Abdolazim. 2025. The study of some characteristics of population dynamics and fishing status of common carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) in the southeastern part of the Caspian Sea (Golestan province) during 2016-2021. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 14 (2), 87-104.



مطالعه برخی خصوصیات پویایی‌شناسی جمعیت و وضعیت صید ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) در بخش جنوب شرقی دریای خزر (استان گلستان) طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۴۰۰

حسن محمدخانی^۱، حجت‌اله جعفریان^{۲*}، هادی رئیسی^۳، رسول قربانی^۴، رحمان پاتیمار^۵، عبدالعظیم فاضل^۶

۱. مربی پژوهشی مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آب‌های داخلی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: khanim43@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، استاد گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران. رایانامه: hojat.jafaryan@gmail.com
۳. استادیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران. رایانامه: raeisi_@yahoo.com
۴. استاد گروه تولید و بهره‌برداری آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: rasulghorbani@gmail.com
۵. استاد گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران. رایانامه: rpatimar@yahoo.com
۶. استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آب‌های داخلی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: a.fazel58@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: سابقه و هدف: ماهی کپور معمولی (<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758) یکی از گونه‌های مقاله کامل علمی-پژوهشی مهم و با ارزش دریای خزر هست که متأسفانه صید آن در سال‌های اخیر به شدت کاهش یافته است. هدف از این پژوهش، بررسی وضعیت صید ماهی کپور در دریای خزر با استفاده از داده‌های صید می‌باشد. تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۳۰ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۴/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۱۱ مواد و روش‌ها: در این پژوهش، الگوی کاهش صید این گونه با استفاده از داده‌های صید به‌ازای واحد تلاش (CPUE) در دوره زمانی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰ مورد ارزیابی قرار گرفتند. یافته‌ها: محدوده طول چنگالی، نمونه‌ها در سال‌های مختلف متفاوت بود و در دامنه ۱۷-۷۵ سانتی‌متر بود. هم‌چنین پارامترهای پویایی آن در سال‌های مختلف متفاوت بود و از الگوی ثابتی پیروی نکرد. نرخ مرگ و میر صیادی جاری در مقایسه با نقاط مرجع زیستی نشان داد که روند صید جاری بیش‌تر از ضرایب مرگ و میر بهینه وحد مرگ و میر است.	واژه‌های کلیدی: الگوی کاهش صید، پویایی جمعیت، دریای خزر، ماهی کپور دریایی

نتیجه‌گیری: نتایج بیانگر وضعیت بحرانی آینده صید ماهی کپور بوده و ادامه این سیاست برداشت منجر به کاهش شدید و نابودی ذخایر آن خواهد شد.

استناد: محمدخانی، حسن، جعفریان، حجت‌اله، رئیسی، هادی، قربانی، رسول، پاتیمار، رحمان، فاضل، عبدالعظیم (۱۴۰۴). مطالعه برخی خصوصیات پویایی‌شناسی جمعیت و وضعیت صید ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) در بخش جنوب‌شرقی دریای خزر (استان گلستان) طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۴۰۰. *نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان*، ۱۴ (۲)، ۸۷-۱۰۴.
Doi: 10.22069/japu.2024.22553.1882



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

منابع زنده آبی دریا محدود اما تجدیدپذیر هستند، برنامه ارزیابی ذخایر آبزیان تلاش دارد سطح مناسبی از بهره‌برداری آبزیان را تعیین کند که در آن حدکثر تولید وزنی آبزیان در یک دوره طولانی به‌دست آید. تعیین میزان برداشت از ذخایر یک آبی و سطح تلاش صیادی لازم در هر سال بدون اثرگذاری روی میزان صید در سال‌های آینده دغدغه بسیاری از تصمیم‌گیرندگان در حیطه علوم شیلاتی می‌باشد (۱). ارزیابی ذخایر یک گونه ماهی وضعیت آن را در گذشته و حال بررسی می‌کند و تلاش می‌کند تا چگونگی شرایط یک ذخیره را پیش‌بینی کند، تا در مقابل شرایط مدیریتی حال و آینده آن ذخیره عکس‌العمل نشان دهد (۲).

در حال حاضر با توجه به افزایش صیادی و مسائل زیست‌محیطی، جمعیت گونه‌های مختلفی از ماهیان تحت فشار صیادی قرار گرفته‌اند که بررسی و شناخت ساختارهای جمعیتی و زیستی و همچنین کمیت ذخایر این گونه‌ها اجتناب‌ناپذیر است. از این‌رو مهم‌ترین هدف مدیریت صید، حفظ ذخایر آبزیان می‌باشد. در یک مدیریت پیشرفته شیلاتی علاوه بر حفظ ذخایر ماهیان، حفاظت محیط زیست آن‌ها نیز مدنظر قرار می‌گیرد تا هم از نظر اقتصادی و هم از نظر محیطی بازده مناسبی داشته باشند (۱).

بیش‌ترین فراوانی این گونه در جنوب شرقی دریای خزر (خلیج گرگان و تالاب گمیشان) می‌باشد (۳)، جنس بستر، گلی-لجنی، شیب بسیار ملایم دریا و همچنین آرامش نسبی موجود در این منطقه و وجود تالاب گمیشان را می‌توان از دلایل تجمع و تمرکز گله‌های این گونه در این منطقه دانست (۴). این ماهیان در سن ۳ تا ۴ سالگی بالغ می‌شوند. تولیدمثل آن‌ها در فصل بهار از اردیبهشت‌ماه شروع و تا اوایل تیرماه ادامه می‌یابد (۵). در مطالعه بندانی (۲۰۱۳)،

بر روی ذخایر ماهی کپور و کلمه در آب‌های ایرانی جنوب دریای خزر عدم رعایت اندازه چشمه تور، رهاسازی بچه‌ماهیان در اندازه طولی و وزنی کم‌تر از اندازه استاندارد تعریف شده، تخریب رودخانه‌ها و نبود شرایط کمی و کیفی مطلوب در رودخانه‌ها از عوامل عمده در کاهش ذخایر ذکر شده‌اند (۶).

طبق آمار سالانه موجود از میزان صید ماهی کپور وحشی در سال‌های ۱۳۷۶-۱۳۸۲، کاهش قابل‌توجهی یافته است (۳). روند کاهشی مقدار صید کپور از سال ۱۳۷۶ آغاز شد و در سال ۱۳۸۱ با ۸۲ تن صید به حداقل مقدار خود در ۱۵ سال اخیر رسید، ولی طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۴ با افزایش ناگهانی، مقدار صید آن به بیش از ۲۸۰۰ تن افزایش یافت و پس از آن سیر نزولی آن مشاهد گردید (۷). سیر نزولی صید پس از سال ۱۳۸۴ به‌گونه‌ای بود که سال ۸۷ میزان صید به ۳۴۳ تن کاهش یافت که نسبت به سال ۸۴ کاهش ۸۰ درصد را در ذخایر نشان می‌دهد. علاوه بر تغییرات در ذخیره و میزان صید کپور وحشی، نوساناتی در روند توزیع مکانی آن نیز در سال‌های اخیر مشاهده شده به‌طوری‌که همواره ساحل شرقی استان گلستان با بیش از ۹۵ درصد از سهم صید به‌عنوان زیستگاه اصلی ماهی کپور در محافل شیلاتی مطرح بوده است ولی در منطقه میانکاله و سواحل شرقی استان مازندران و غرب استان گیلان (منطقه آستارا تا شفارود) صید این ماهی گزارش شده است.

در زیست‌سنجی ماهی کپور در سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۴ بالغ بر ۹۵ درصد از ماهیان صید شده در این سال‌ها نابالغ و غیراستاندارد (کوچک‌تر از ۳۳ سانتی‌متر) بودند. این بررسی نشان می‌دهد که یک همزادگان قوی با تعداد زیادی ماهی جوان، وارد ذخایر ماهی کپور در آب‌های ایرانی دریای خزر شده است و به‌دلیل عدم ورود همزادگانی در این مقیاس در سال‌های بعد، به تدریج از حجم صید کاسته شده است (۴).

چرخه زندگی و ذخیره گونه در حال حاضر و گذشته، ارزیابی ذخیره و دامنه جغرافیایی زیست آن، در ارزیابی و بهره‌برداری مستمر از آن‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در ساحل جنوب شرقی دریای خزر در محدوده شرقی منطقه میانکاله تا ساحل گمیشان در استان گلستان انجام شد، تعداد ۲۱ تعاونی پره در این ناحیه مستقر می‌باشند.

در سال‌های اخیر به شدت از جمعیت ماهیان جوان کاسته شده و در ترکیب صید ماهیان ۱۵ سال به بالا هم دیده می‌شود. شرایط اکولوژیکی نامناسب، افزایش بی‌سابقه فعالیت صیادان غیرمجاز، سرد بودن آب دریا و نامناسب بودن شرایط جوی جهت عملیات پره‌کشی را می‌توان استفاده از آلات و ادوات غیراستاندارد توسط صیادان غیرمجاز، برداشت بیش از حد ظرفیت از ذخایر ماهیان استخوانی، استقرار آلات و ادوات صید غیرمجاز در فواصل دور از ساحل توسط صیادان غیرمجاز را می‌توان از عوامل کاهش صید است. در این خصوص، شناخت ویژگی‌های زیستی، اطلاعات



شکل ۱- موقعیت مناطق نمونه‌برداری (تعاونی‌های پره صیادی) از ماهیان استخوانی در محدوده استان گلستان.

Figure 1. Location of sampling areas (fishing cooperatives) of bony fish in Golestan Province.

رابطه زیر، با فرض بر این‌که صید به‌طور لحظه‌ای در اواسط سال به‌دست می‌آید، استفاده شد (۹). ضریب لحظه‌ای مرگ و میر طبیعی (M) با استفاده از مدل ZM (۱۰) همراه با پارامترهای رشد وان برتالانفی^۲ و حداکثر سن (t_{max}) محاسبه می‌شود، معادله مدل ZM به صورت ذیل است:

$$M = \frac{\beta k}{e^{K(tmb-t0)} - 1}$$

2- Von Bertalanffy Growth Parameters

نمونه‌برداری از ماهیان به‌صورت ماهانه (از مهرماه هر سال تا فروردین سال بعد) از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰ از داده‌های آرشیوی اداره کل شیلات و مرکز تحقیقات شیلات گلستان انجام گرفت. صید به‌ازای واحد تلاش (CPUE)^۱ روش پایه‌ای و مناسب به‌منظور ایجاد شاخصی در محاسبه فراوانی گونه‌های ماهی با به‌کارگیری اطلاعات مربوط به صید تجاری است (۸). جهت تخمین زی‌توده در سنین و سال‌های مختلف، از آنالیز کوهورت براساس زی‌توده مطابق

1- Catch Per Unit Effort

دیک و مک‌کال (۲۰۱۱) از روش DB-SRA به‌عنوان یک روش پایه برای تعیین محصول پایدار برای ذخایر آبزیانی که با کمبود اطلاعات مواجه هستند استفاده نمود و بیان کرد با توجه به میزان مرگ‌ومیر طبیعی، سن بلوغ و تاریخچه صید، وضعیت ذخیره را برای رسیدن به تولید پایدار می‌توان ارزیابی نمود (۱۱). در این پژوهش، با استفاده از اطلاعات در دسترس با استفاده از مدل آنالیز کاهش ذخایر، وضعیت آینده ذخایر آن مدل‌سازی گردید.

جهت به‌دست آوردن رابطه بین وزن کل و طول چنگالی از رابطه‌ی زیر استفاده شد (۱۲).

$$TW=a.FL^b$$

که در آن، TW وزن کل به کیلوگرم، a ضریب ثابت در رابطه‌ی نمایی، L طول چنگالی به سانتی‌متر، b مقدار توان در رابطه‌ی نمایی.

جهت بررسی الگوی رشد ماهی از آزمون پائولی-مونرو استفاده گردید (۱۳).

جهت تعیین ارتباط بین طول و سن از رابطه‌ی رشد غیرفصلی و نبرتالانفی به صورت زیر استفاده شد (۱۴):

معادله‌ی رشد و نبرتالانفی

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

که در آن، L_t طول چنگالی در سن t بر حسب سانتی‌متر، k ضریب رشد (بر سال $year^{-1}$) از روش شفرده^۱، t سن ماهی بر حسب سال، t_0 سن صفر ماهی (سن فرضی در زمانی که طول آبی صفر باشد که در واقع محل برخورد نمودار رشد با محور طولی است) بر حسب سال، L_{∞} طول چنگالی بی‌نهایت (طول

چنگالی مجانب در نمودار رشد که طول فرضی بوده و آبی به این طول نمی‌رسد) بر حسب سانتی‌متر (با استفاده از زیربرنامه پشتیبانی فای‌ست پیش‌بینی حداکثر طول با حدود اطمینان ۹۵ درصد). محاسبه‌ی سن صفر با استفاده از رابطه‌ی زیر انجام شد (۱۵).

معادله‌ی سن صفر

$$\text{Log} (-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \text{ Log} (L_{\infty}) - 1.038 \text{ Log} (k)$$

جهت مقایسه‌ی شاخصه‌های رشد طول بینهایت و ضریب رشد به‌دست آمده، نمی‌توان آن‌ها را تک به تک با یکدیگر مقایسه کرد؛ بلکه باید با سایر مطالعات رشد این ماهی مقایسه کرد و همچنین جهت ارزیابی صحت محاسبات به‌دست آمده از تست معروف فای پریم مونرو استفاده می‌کنند، که دارای رابطه‌ی زیر می‌باشد (۱۶).

$$\Phi' = \text{Log } k + 2\text{Log} (L_{\infty})$$

محاسبه‌ی نرخ مرگ و میر کل (Z): در محاسبه‌ی مرگ و میر کل از روش منحنی صید^۲ است، با حدود اطمینان ۹۵ درصد مورد (۱۶) محاسبه‌ی قرار گرفت.

معادله‌ی خطی بین لگاریتم طبیعی تعداد ماهی بر تغییرات زمانی ($\text{Ln} [N/dt]$) و سن نسبی ماهی:

$$\text{Ln} [N/dt] = a - Zt$$

که در آن، Z نرخ مرگ و میر کل (بر سال $year^{-1}$)، N تعداد در رده‌بندی طولی، dt تغییرات زمانی، a عرض از مبدأ معادله‌ی خطی، t سن نسبی.

صیادی؛ میزان تولید، میانگین توده زنده و هم‌چنین ارزش محصول را محاسبه می‌نماید (۱۶).

مدل تولید بر احیاء بورتون و هولت، نسبت به مدل تامپسون و بل ساده‌تر بوده و به محاسبات کم‌تری نیاز دارد. در این مدل با افزایش نرخ مرگ و میر صیادی، میزان تولید بر احیاء و هم‌چنین زی‌توده بر احیاء محاسبه می‌گردد. بنابراین در نموداری که تشکیل می‌شود ابتدا با افزایش میزان نرخ مرگ و میر صیادی، تولید بر احیاء (Y/R) افزایش یافته و در یک نقطه (F_{max})، این میزان کاهش می‌یابد. نقطه قله در این منحنی به‌عنوان بیشینه تولید بر احیاء پایدار و زی‌توده بر احیاء، میزان بقاء یافته برای احیاء نسل بعد شناخته می‌گردد (۱۶).

نتایج

ماهیان صید شده در بازه طولی ۲۱-۷۵ سانتی‌متر قرار دارند. حداکثر درصد فراوانی در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در طبقه طولی ۵۱-۵۴ و ۴۷-۵۰ سانتی‌متر مشاهده گردید در سال ۱۳۹۷ طبقه طولی شامل حداکثر فراوانی ۲۷-۳۰ و ۳۱-۳۴ سانتی‌متر بودند و در بقیه سال‌ها ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰ طبقه دارای حداکثر فراوانی ۳۱-۳۴ سانتی‌متر بود (شکل ۳). حداکثر سن محاسبه شده نیز در سال‌های مورد بررسی متغیر بود به‌طوری‌که در سال ۱۳۹۵ برابر ۶/۸۲ و در سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ معادل ۱۱/۵۴ و در سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ برابر ۱۵ سال محاسبه شده است.

در محاسبه نرخ مرگ و میر طبیعی از رابطه زیر استفاده گردید. این رابطه که براساس آزمون رگرسیون شاخص‌های رشد و میانگین درجه حرارت محیطی آب و مرگ و میر طبیعی ۱۷۵ گونه آبی بود، به‌عنوان یک مدل از طرف پائولی ارائه گردید (۱۵):

معادله نرخ مرگ و میر طبیعی پائولی

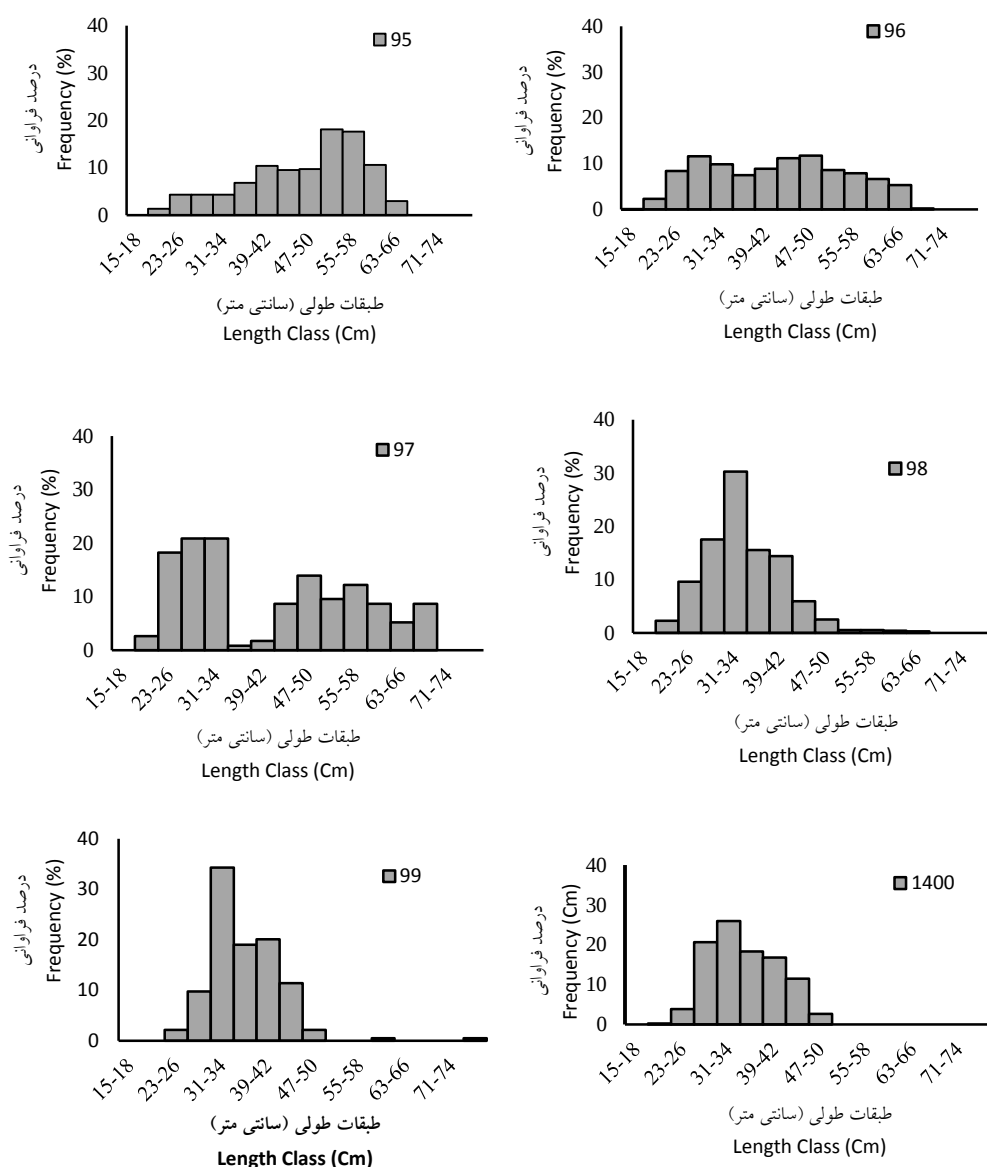
$$\text{Log}(M) = 0.0066 - 0.279 \text{ Log}(L_{\infty}) + 0.6543 \text{ Log}(k) + 0.4634 \text{ Log}(T)$$

که در آن، M نرخ مرگ و میر طبیعی (بر سال year^{-1})، T میانگین سالانه درجه حرارت محیط (درجه حرارت سطحی آب) براساس درجه سانتی‌گراد؛ L_{∞} طول بی‌نهایت بر حسب سانتی‌متر که باید بر حسب طول کل در نظر گرفته شود.

معادله نرخ بهره‌برداری

$$U = F(1 - e^{-Z})/Z$$

مدل تامپسون و بل که برای پیش‌بینی آثار تغییرات میزان تلاش صیادی بر صید (یا تولید) استفاده می‌شود، با استفاده از تجزیه و تحلیل جمعیت مجازی و براساس نرخ رشد و مرگ و میر در هر دسته از فراوانی طولی آبی، مدلی را طراحی می‌کند که با اعمال یک شاخص عددی ضرب در مرگ و میر

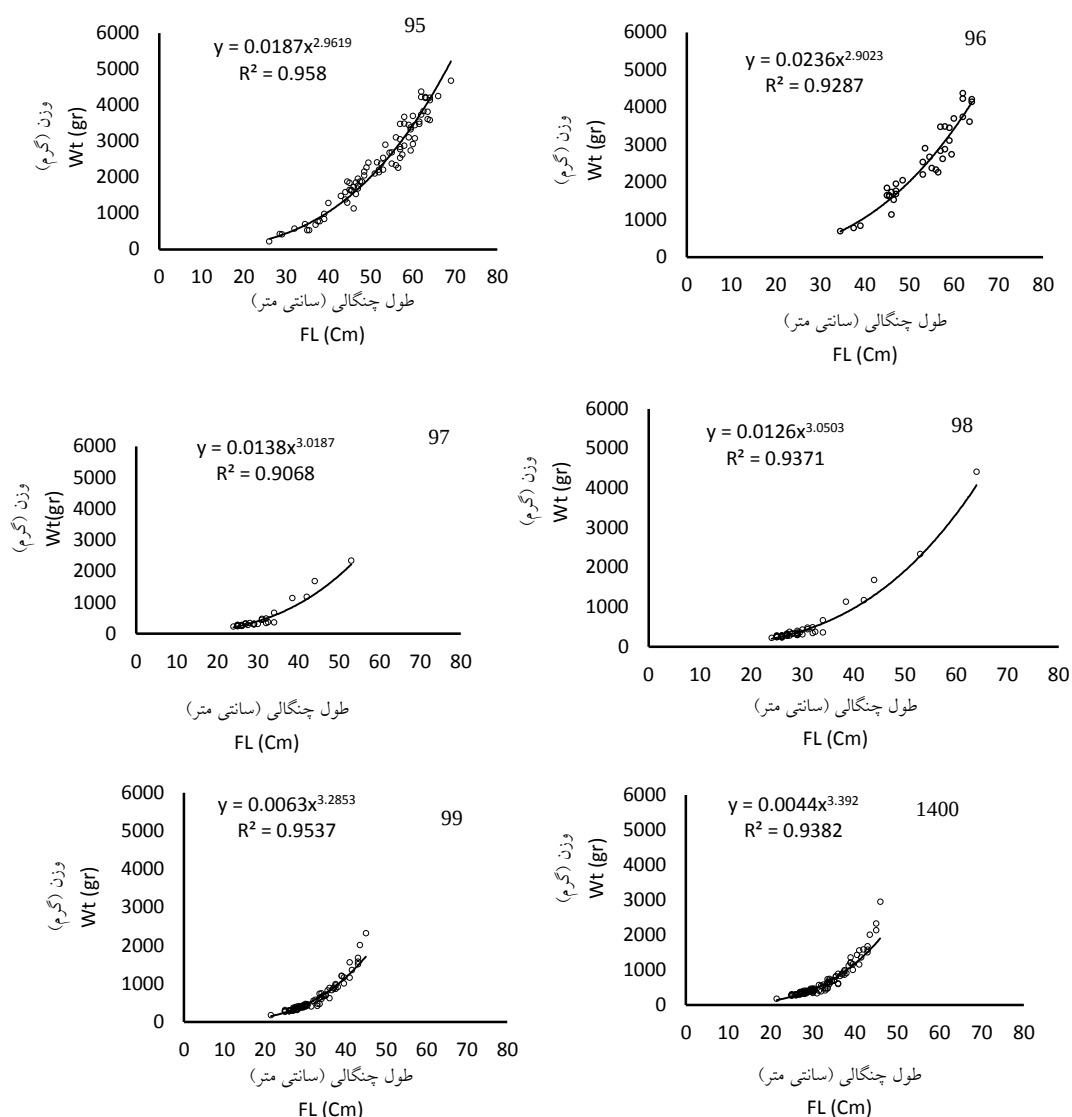


شکل ۲- درصد فراوانی ماهی کپور دریایی در طبقات مختلف طول چنگالی (سانتی متر) در ساحل جنوب شرقی دریای خزر در سال‌های ۱۳۹۵-۱۴۰۰.

Figure 2. Relative abundance of common carp in different fork length classes (Cm) on the southeastern coast of the Caspian Sea in 2016-2021.

سال‌های ۱۳۹۵، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ الگوی رشد ایزومتریک بود و در سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ الگوی رشد آلومتریک مثبت به‌دست آمد (شکل ۳).

رابطه نمایی طول چنگالی- وزن: در بررسی طول چنگالی- وزن، در سال ۱۳۹۶ طول ماهی کپور از الگوی رشد آلومتریک منفی پیروی کرده و در



شکل ۳- نمودار رابطه نمایی طول چنگالی و وزن کل کپور دریایی در ساحل جنوب شرقی دریای خزر در سالهای ۱۳۹۵-۱۴۰۰.

Figure 3. Diagram of the relationship between fork length and total weight of common carp on the southeastern coast of the Caspian Sea in 2016-2021.

جدول ۱- برخی پارامترهای پویایی ماهی کپور در سالهای ۱۳۹۵-۱۴۰۰ در سواحل گلستان.

Table 1. Some parameters of carp dynamics in 2016-2021 on the coast of Golestan.

سال Year	دامنه طولی (سانتی متر) Length Class (Cm)	تعداد N	حداکثر فراوانی (%) Maximum Frequency (%)	K (در سال) (/year)	L_{∞} (سانتی متر) (Cm)	t_0 (سال) (year)	Φ' (گرم) (gr)	W_{∞} (گرم) (gr)
2016	21-66	959	51-54	0.44	74.03	-0.29	3.38	6439.3
2017	18-70	752	47-50	0.26	77.2	-0.49	3.19	7096.1
2018	21-75	211	27-30	0.26	77.2	-0.49	3.19	6881.6
2019	21-66	765	31-34	0.26	67.7	-0.51	3.08	4839.5
2020	21-75	263	31-34	0.2	77.2	-0.65	3.08	10008.3
2021	21-75	110	31-34	0.2	77.2	-0.65	3.08	10008.3

ادامه جدول ۱-

Continue Table 1.

سال Year	M	F_{opt}	F_{lim}	$F_{0.1}$	F_{cur}	F_{max}	Z	E_{10}	E_{50}	E_{max}
2016	0.64	0.32	0.43	0.46	0.56	0.7	1.21	0.42	0.3	0.5
2017	0.45	0.23	0.3	0.38	0.25	0.7	0.7	0.51	0.33	0.6
2018	0.45	0.23	0.3	0.39	0.25	0.7	0.7	0.51	0.33	0.6
2019	0.46	0.23	0.31	0.38	0.18	0.65	0.65	0.46	0.31	0.55
2020	0.38	0.19	0.25	0.34	0.58	0.7	0.96	0.47	0.31	0.57
2021	0.38	0.19	0.25	0.34	0.82	0.62	1.2	0.5	0.32	0.59

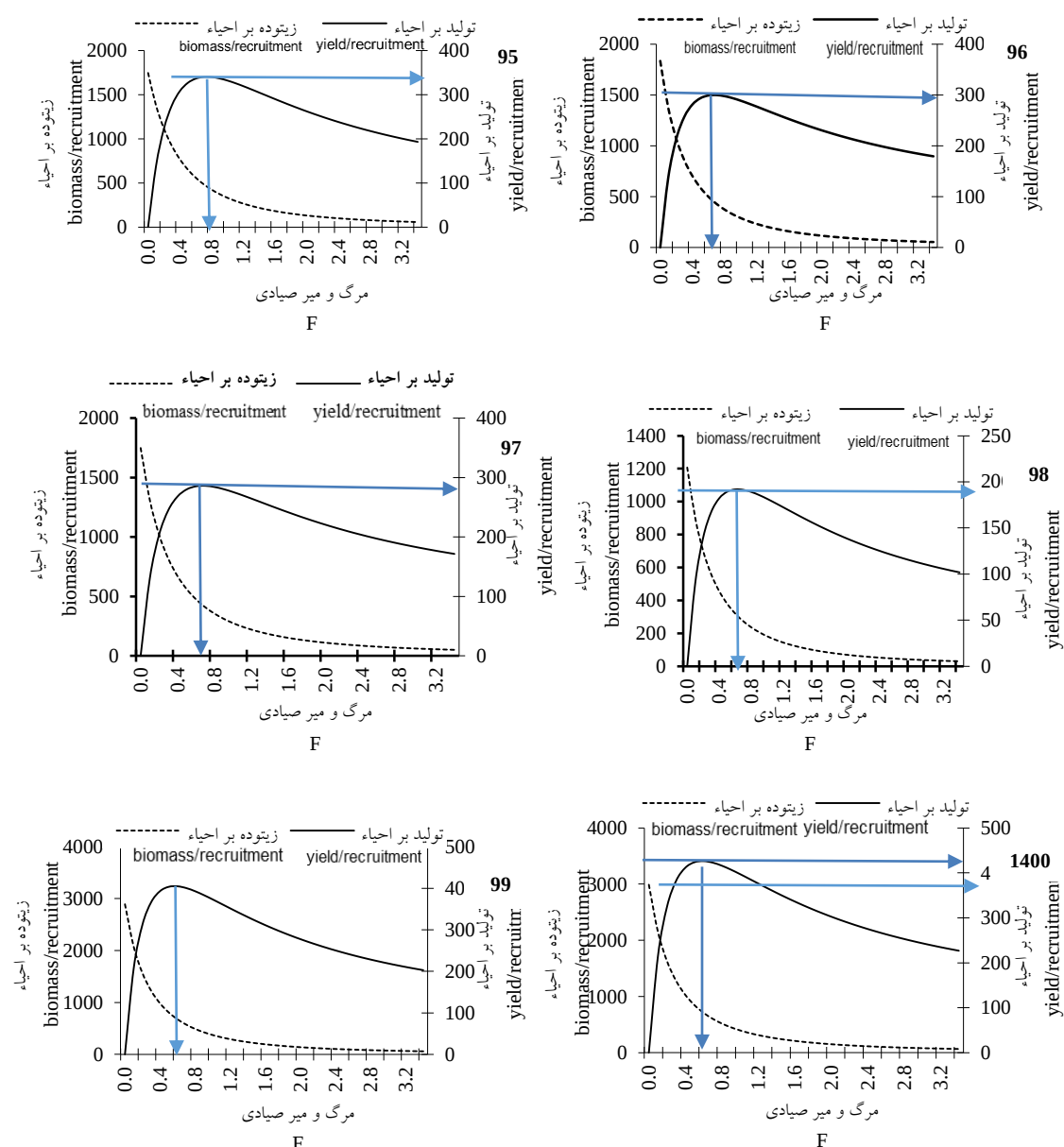
ادامه جدول ۱-

Continue Table 1.

سال Year	E cur	MCY	F_{MSY}	MSY	B_i	B_{mean}	صید برآوردی Estimated Catch (Kg)	صید مشاهداتی Catch (Kg)
2016	0.47	1200.2	1.25	1800.3	11160	3943.3	2465.6	3401
2017	0.35	2570	1.85	3854.9	34109.5	16150.3	4600	4342
2018	0.35	36877.3	2.22	55315.9	44415.3	7396.3	5751.9	4331
2019	0.29	38245.9	2.2	57368.8	489460.2	235602.5	60000	49246
2020	0.6	50871.4	0.59	76307.2	801652.2	146948.9	89926.3	93799
2021	0.68	8234.4	0.48	12351.6	129760.5	28081.2	18942	19783

مدل بورتون و هولت: در مدل بورتون و هولت، ابتدا برای شاخصه L_r و شاخص L_c مقادیر آن‌ها مطابق جدول ۱ در هر سال (۱۳۹۵-۱۴۰۰) در معادله بورتون و هولت قرار داده شد و سپس تغییرات مقدار مرگ و میر صیادی بیشینه (F_{max}) بر تولید بر احیاء (Y/R) و زیتوده بر احیاء (B/R) رسم گردید و مقدار نسبی آن

نیز محاسبه گردید (۱۷). براساس مدل بورتون هولت در محاسبه تولید بر احیا مشاهده شد که در صورت صید ماهی در سن صید (L_c)، ماهیان صید شده وزنی به مراتب کمتر از زمانی دارند که ماهیان در این سن صید نمی‌شوند. این تغییرات در شکل ۴ به وضوح دیده می‌شود.

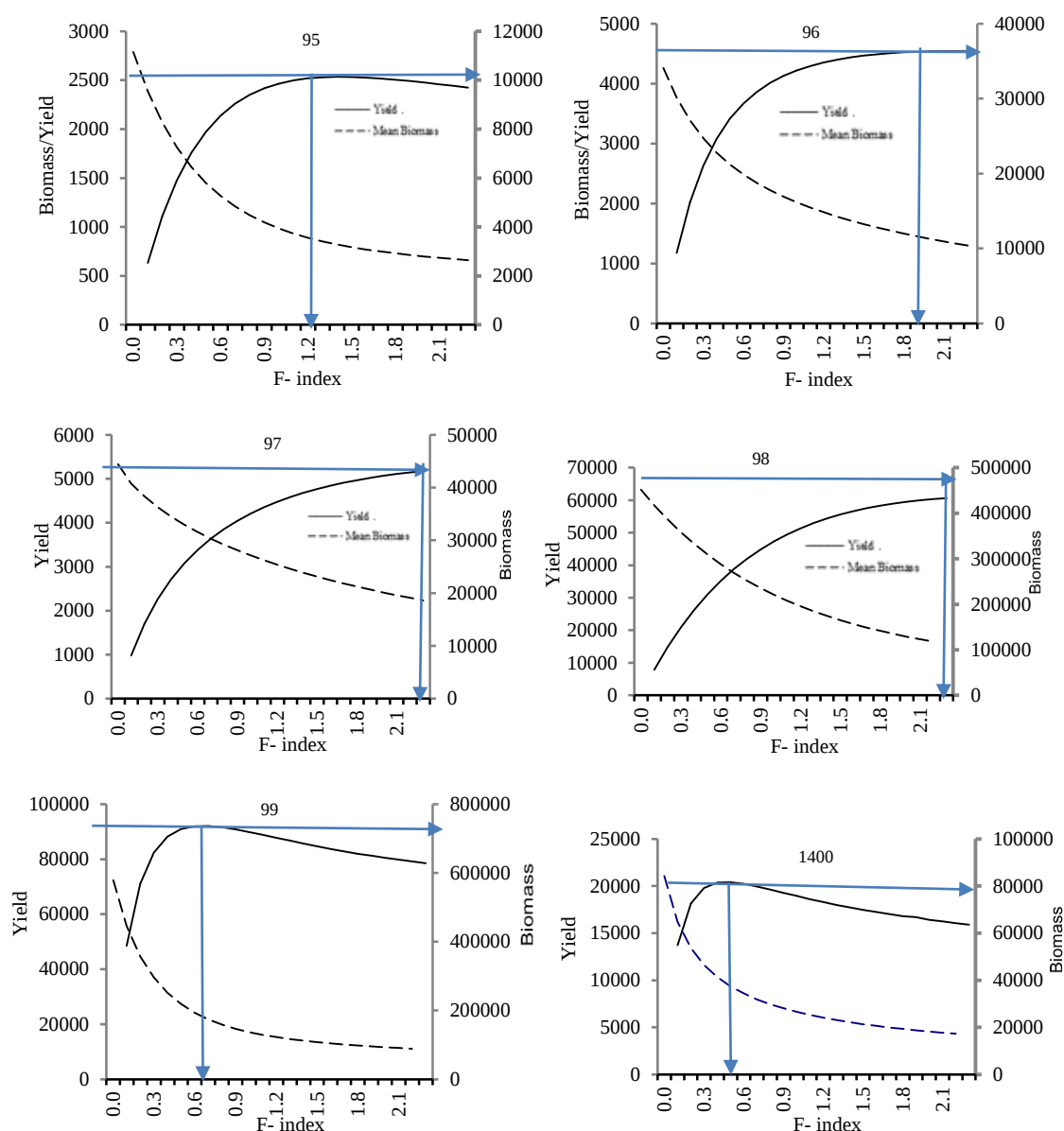


شکل ۴- منحنی تولید بر احیاء ماهی کپور در جنوب‌شرقی دریای خزر با مقادیر L_r و L_c در سال‌های ۱۳۹۵-۱۴۰۰.

Figure 4. Yield per recruit curve on carp in the southeastern Caspian Sea with L_c and L_r values in 2016-2021.

و میر صیادی، میزان تولید افزایش یافت. این روند افزایشی تا ضریب مرگ و میر صیادی بیشینه ادامه یافت و پس از آن با افزایش این ضریب مقدار تولید روند کاهشی پیدا کرد (شکل ۵).

مدل تامپسون و بل: بسیاری از متخصصین شیلاتی مدل بورتون و هولت را که مبنای آن با استفاده از تجزیه و تحلیل گروه‌های هم‌سن و جمعیت مجازی^۱ طراحی شده را یک مدل تاریخی دانسته و مدل تامپسون و بل را یک مدل پیش‌بینی نام نهاده‌اند (۱). در مدل تامپسون و بل، با افزایش میزان ضریب مرگ



شکل ۵- نمودار تغییرات تولید (کیلوگرم) براساس ضرایب مرگ و میر صیادی ماهی کپور با استفاده از مدل تامپسون و بل در سال‌های ۱۳۹۵-۱۴۰۰.

Figure 5. Diagram of biomass/yield on fishing mortality coefficients in carp using the Thompson and Bell model in 2016-2021.

سن محاسبه شده از ۶/۸۲ (۱۳۹۵) تا ۱۵ (۱۳۹۹) و ۱۴۰۰ سال متغیر بود.

مقایسه نتایج مربوط به مطالعات صورت گرفته در مناطق مختلف بیانگر این است که هم دامنه سنی و هم دامنه طولی ماهی کپور دارای تغییرات قابل توجه است. عوامل زیادی مانند بهره‌برداری بیش از حد

بحث و نتیجه‌گیری

بازه طولی ماهیان صید شده در دامنه طولی ۲۱-۷۵ سانتی‌متر قرار داشت، حداکثر فراوانی طولی (۹۵۹ ماهی) و حداقل تعداد (۱۱۰ ماهی) بیومتری شده بود. حداکثر درصد فراوانی در طبقات طولی ۲۷-۳۰ و ۵۱-۵۴ سانتی‌متر بودند (جدول ۱). حداکثر

کاراتاش و همکاران رابطه طول- وزن را برای هر دو جنس نر و ماده به صورت $W=0.0048FL^{3.319}$ برآورد نموده و رشد کپور در ترکیه را آلومتریک مثبت خواندند (۲۲). مقادیر a و b رابطه طول- وزن ماهی کپور در دریاچه بافرا ترکیه به ترتیب 0.0048 و $3/31$ ($r^2=0.98$) برآورد، و رشد کپور را آلومتریک مثبت ارزیابی نمودند (۲۳). بندانی و همکاران (۲۰۱۴) مقادیر a و b را به ترتیب 0.0313 و $2/83$ برای کپور برای سال ۹۱-۹۲ اعلام کردند (۲۴). ضرایب a و b ممکن است بین ذخایر گوناگون و نواحی مختلف، تفاوت‌هایی داشته باشند. پیچر (۲۰۰۲) بیان داشت که علت تفاوت مقادیر a و b می‌تواند به تغییرات شرایط محیطی، فیزیولوژی ماهی، جنسیت، پیشرفت غدد جنسی، میزان غذای قابل‌دسترس در محیط، زمان و روش نمونه‌برداری و همچنین منطقه بررسی بستگی داشته باشد (۲۵). دامنه ضرایب رشد و طول‌های مجانب از این گونه در مناطق دیگر توسط سایرین به‌دست آمده‌اند که نتایج حاصل به این صورت بیان شده‌اند (جدول ۲).

(فشار صید) در جنوب شرقی دریای خزر، تفاوت میزان صید ثبتي پره‌های صیادی و صید برآورد شده (خطای آماری و صید غیرمجاز) می‌توانند در این تغییرات اثرگذار باشند. بر اساس مطالعات (۱۸)، سن ماهی کپور در رودخانه‌های ولگا و اورال به ۱۴ تا ۱۶ سال نیز می‌رسد. بررسی ماهی کپور در دریاچه گلهیسار ترکیه نشان داد ترکیب سنی این گونه شامل شش گروه سنی است که دارای طول چنگالی بین ۱۰/۵ تا ۴۹/۴ سانتی‌متر می‌باشند (۱۹). در مطالعات (۲۰) در نیوزیلند محدوده سنی ماهی کپور را ۰ تا ۳ سال گزارش نمودند. در یک جمعیت ماهی، چنانچه ساختار سنی و طولی دارای دامنه وسیعی باشد، نشان‌دهنده این مسأله است که زیستگاه دارای ذخیره غذایی کافی است (۲۱).

در این بررسی حداکثر و حداقل مقدار ضریب a در رابطه طول- وزن به ترتیب 0.0236 و 0.0044 در سال ۱۳۹۶ و ۱۴۰۰ بود. در این سال‌ها الگوی رشد به‌ترتیب آلومتریک منفی و آلومتریک مثبت بود. ضریب تبیین (R^2) محاسباتی در کل دوره بررسی بالاتر از ۰/۹۱ و حداکثر مقدار این ضریب در سال ۱۳۹۵ معادل ۰/۹۵۸ به‌دست آمد.

جدول ۲- شاخصه‌های رشد ماهی کپور در سال‌ها و مناطق مختلف.

Table 2. Growth indices on carp in different years and regions.

Reference	ϕ	(year) t_0	(/year) K	(Cm) L_{∞}	Reagion
(19)	6.81	-0.44	0.17	77.76	Golhisar Lake (Turkey)
(26)	7.15	-0.24	0.074	130	Karamik Lake (Turkey)
(20)	3.68	0.15	0.21	67.5	New Zealand
(22)	5.8	-1.93	0.153	46.39	Almus Lake (Turkey)
(27)	3.58	-0.39	0.6	80.33	Magla Reservoir (Pakistan)
(23)	-	-0.8	0.274	60.96	Bafra Lake (Turkey)
(28)	-	-1.44	0.25	49.6	Mogan Lake (Turkey)
(29)	-	-0.8	0.13	70	South-east of Caspian Sea 2002
(30)	2.84	-	0.17	68.04	South-east of Caspian Sea 2006
(24)	2.85	-0.3	0.14	71.6	South-east of Caspian Sea 2012
(24)	2.84	-0.3	0.17	64.19	South-east of Caspian Sea 2013
(31)	3.12	-0.56	0.23	75.6	South-east of Caspian Sea 2016

براساس مطالعات انجام‌شده در مناطق مختلف ترکیه، پاکستان و نیوزلند، مقدار طول مجانب ماهی کپور از ۴۶/۳۹ تا ۱۳۰ سانتی‌متر متفاوت بوده و مقدار این طول در ایران در سال‌های مختلف در محدوده این تغییرات قرار می‌گیرد. مطابق جدول فوق ضریب رشد کپورماهیان در مطالعات ذکر شده در بیش‌تر موارد با مطالعه حاضر همخوانی داشته و در برخی از آن‌ها متفاوت می‌باشد که تفاوت زیستگاه و تفاوت‌های جمعیت کپورماهیان از دلایل احتمالی اختلاف‌های مشاهده شده در ضرایب رشد می‌تواند باشد.

در این پژوهش دامنه ضرایب رشد (k) ماهی کپور از ۰/۲ (سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰) تا ۰/۴۴ (سال ۱۳۹۵) برآورد شد و طول‌های مجانب ماهی کپور از ۶۷/۷ سانتی‌متر (سال ۱۳۹۸) تا ۷۷/۲ سانتی‌متر (سال‌های ۱۳۹۶، ۱۳۹۷، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰) برآورد شد.

به‌طور معمول مقدار مرگ و میر طبیعی در یک منطقه مشخص طی سال‌های مختلف از روند ثابتی پیروی کرده و اگر تغییرات زیست‌محیطی شدیدی رخ ندهد، این میزان تقریباً یکسان باقی می‌ماند (۳۲). از این مقدار می‌توان برای پیش‌فرضی جهت مطالعات آینده از ذخایر این گونه در منطقه یاد شده استفاده

کرد. مرگ و میر طبیعی در برخی موارد به تنهایی می‌تواند در مدیریت یک ذخیره به‌کار گرفته شود از این‌رو (۳۳) بیان می‌دارد چنان‌چه نرخ مرگ و میر طبیعی (M) در ذخیره‌ای بالا باشد بهتر است قبل از این‌که ذخیره کاهش یابد صید آغاز گردد. ذخایر دریایی ثابت نبوده و دائماً به‌دلیل عوامل مختلف میزان ذخیره و صید آنان در حال تغییر می‌باشند. عوامل متعددی موجب کاهش شانس بقای افراد در ذخایر دریایی شده که این عوامل شامل شرایط نامناسب محیطی، کمبود غذا، رقابت و شاید مهم‌تر از همه (در مورد جانوران دریایی) شکار شدن توسط جانوران دیگر هستند (۱). میزان جمعیت یک گونه آبی بستگی به بقاء یعنی میزان موفقیت در زادآوری آن گونه داشته و به‌علت این‌که شرایط زیست‌محیطی همواره در حال تغییر است، به‌همین خاطر، شاخص‌های رشد یک گونه هم ممکن است در طی سال‌های مختلف دستخوش نوسان شده و از این‌رو این شاخص‌ها باید در زمان‌های متوالی بررسی شوند (۱۴). محاسبه ضرایب مرگ و میر ماهی کپور در مناطق گوناگون و نیز در ایران در سال‌های مختلف در جدول ۳ ارائه گردیده است.

جدول ۳- مقادیر مرگ و میر کل و طبیعی و صیادی در مطالعات دیگر.

Table 3. Total, natural, and fishing mortality values in other studies.

منبع	E	(/year) F	(/year) Z	(/year) M	Region
(19)	0.74	1.01	1.36	0.35	Golhisar Lake (Turkey)
(26)	0.6	0.24	0.4	0.16	Karamik Lake (Turkey)
(20)	0.5	0.32	0.64	0.32	Almus Lake (Turkey)
(27)	0.27	0.43	1.32	0.89	Magla Reservoir (Pakistan)
(29)	0.8	1.25	1.5	0.25	South-east of Caspian Sea 2002
(30)	0.56	0.42	0.73	0.31	South-east of Caspian Sea 2006
(24)	0.57	1.02	1.3	0.28	South-east of Caspian Sea 2012
(24)	0.58	1.1	1.4	0.32	South-east of Caspian Sea 2013
(31)	0.44	0.34	0.77	0.43	South-east of Caspian Sea 2016

بیان کرد که با این میزان مرگ و میر صیادی جاری، در این منطقه بیش از یک دهه از صید بی‌رویه کپورماهیان می‌گذرد که نیازمند تصمیمات آنی برای بهینه‌سازی وضعیت صید و تلاش صیادی به‌منظور رسیدن به اهداف مدیریت منابع است.

بیوماس ماهی کپور در آب‌های ایرانی جنوب دریای خزر در سال ۸۱ معادل ۱۱۳۷/۸۸ تن و میزان حداکثر محصول قابل برداشت پایدار (MSY) معادل ۳۹۴/۳۴ تن برآورد شد که در این سال میزان صید ۱۶۰ تن ثبت گردیده است (۲۹). میزان بیوماس ماهی کپور و حداکثر محصول قابل برداشت پایدار در مطالعه‌ای که بندانی و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از آنالیز مجازی جمعیت (VPA) برای سال‌های ۹۱ و ۹۲ انجام داده‌اند به‌ترتیب ۱۹۹۹ تن، ۳۶۹ تن و ۱۲۶۸ تن و ۲۷۷/۸ تن بوده است (۲۴). در بررسی حاضر مقدار زیتوده به شرح مقادیر جدول ۱ می‌باشد که بسیار کم‌تر از مطالعات انجام گرفته توسط سایرین است و می‌توان آن را به وضعیت وخیم صید کپور ماهیان در سال‌های اخیر دانست. حداکثر و حداقل صید برآوردی در سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۳۹۵ به‌ترتیب برابر ۸۹۹۲۶/۳ و ۲۴۶۵/۶ کیلو گرم بود در حالی‌که میزان صید مشاهداتی (ثبتی) در این سال‌ها به‌ترتیب معادل ۹۳۷۹۹ و ۳۴۰۱ کیلوگرم بود. میزان MSY محاسبه شده در سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۳۹۵ به‌ترتیب ۷۶۳۰۷/۲ و ۱۸۰۰/۳ کیلو گرم بوده است. بسیاری از دانشمندان هدف MSY را مورد انتقاد قرار داده و اعلام نموده‌اند که MSY جمعیت ماهیان را در معرض نوسانات جمعیتی قرار می‌دهد (۳۴). برخی نیز معتقدند بیش‌تر تأکید حداکثر محصول پایدار ماهیان هدف می‌باشد بدون توجه به سایر ماهیان و همچنین نسبت به فشارهای سیاسی نیز حساس است. از آنجایی‌که اکوسیستم‌ها از جمله اکوسیستم منابع شیلاتی دارای ویژگی‌های خاص مانند عدم قطیعت،

چنان‌چه در یک منطقه مشخص تغییرات زیست‌محیطی شدیدی اتفاق نیفتد، معمولاً میزان مرگ و میر طبیعی طی سال‌های مختلف از روند ثابتی پیروی کرده و میزان آن تقریباً یکسان باقی می‌ماند (۳۲). نرخ مرگ و میر طبیعی در مطالعه حاضر از ۰/۳۸ در سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ تا ۰/۶۴ در سال ۱۳۹۵ بوده است. برآورد دامنه نرخ مرگ و میر طبیعی از ۰/۳۸ تا ۰/۶۴ بر سال در این مطالعه قابل مقایسه با سایر نرخ‌های به‌دست آمده در این منطقه است. مقایسه مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که میزان مرگ و میر طبیعی ماهی کپور در جنوب شرقی دریای خزر، تقریباً دامنه‌ای بین ۰/۲۵ تا ۰/۳۵ دارد که می‌تواند این مقدار پیش‌فرضی برای مطالعات آینده این گونه در این منطقه باشد ولی در مطالعات آب‌های پاکستان نرخ مرگ و میر طبیعی تا ۰/۸۹ محاسبه گردیده است. نتایج مطالعات سال‌های ۸۱ و ۸۵ نشان می‌دهد که ضریب مرگ و میر صیادی از ۱/۲۵ در سال ۸۱ به ۰/۴۲ در سال ۸۵ کاهش یافته است. پس از آن در سال‌های ۹۱ و ۹۲ افزایش پیدا کرده است. به‌نظر می‌رسد که مقادیر پیشگیرانه تعیین شده ضریب بهینه ($F_{opt}=0/5M$) و ضریب حد ($F_{limit}=2/3M$) مرگ و میر صیادی، نقاط مرجع زیستی مناسب‌تری در روشن نمودن محدودیت‌های مدل‌های تولید به‌ازای بازسازی باشند. در این مطالعه دامنه نرخ مرگ و میر صیادی جاری (F_{cur}) محاسبه شده برای ماهی کپور در جنوب شرقی دریای خزر از ۰/۱۸ در سال ۱۳۹۸ تا ۰/۸۲ در سال ۱۴۰۰ برآورد گردیده است. میزان مرگ و میر صیادی جاری فقط در سال ۱۳۹۸ از نقطه مرجع زیستی ($F_{opt}=0/18$) کم‌تر بود و در بقیه سال‌های مورد بررسی از آن بالاتر بود. همچنین میزان مرگ و میر صیادی جاری در سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ از نقطه مرجع زیستی (F_{limit}) کم‌تر و در بقیه سال‌ها مقادیر آن بیش‌تر برآورد شده بود. بنابراین می‌توان

پویایی، پیچیدگی و پاسخ‌های تکاملی گونه‌ها را دارا می‌باشند، نظریه بیشینه تولید پایدار هیچ‌کدام از آن‌ها را در برنمی‌گیرد، از این‌رو شاید مفهوم سستی MSY و خروجی آن، دیگر برای مدیریت ماهیگیری با رویکرد اکوسیستمی کارایی لازم را نداشته باشند (۳۵).

منابع

- King, M. (2010). Fisheries biology assessment and management fishing. Second Edition. Blackwell publishing Ltd, 382p.
- Cooper, A. B. (2004). A Guide to Fisheries Stock Assessment. Department of Natural Resources. University of New Hampshire. 44p.
- Abdoli, A., & Naderi, M. (2008). Biodiversity of fish in the southern of basin of the Caspian Sea: Aquatic Science Publishing. 238p.
- Salmanmahiny, A., Fazli, H., Daryanabard, R., Kamyab, H. R., Fendereski, F., Davar, L., Azarmedal, H., Mehri, A., Kheirabadi, V., Mamashli, M., & Jahanshahi, M. (2012). Zoning and determining the degree of ecological sensitivity. Coastal areas south of the Caspian Sea. Sadaf Sama Publications. pp. 200-220.
- Abdoli, A. (1999). Fishes of inland waters of Iran. 122p.
- Bandani, G. A. (2013). Stock assessment of common carp and Caspian roach in Iranian coastal waters in south Caspian Sea. Inland waters Aquatic Stock Research Institute. N.0-77-12-91115. 40p. [In Persian]
- Daryanabard, Gh., Abdolmaleki, Sh., Bandani, Gh. A., & Kor, D. (2007). Stock assessment of fish in Caspian Sea. Final Report. Iranian Fisheries Research Institute. 220p.
- Harley, Sh., Ransom, J., Myers, A., & Alistair, D. (2001). Is Catch-per-Unit-Effort Proportional to Abundance? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, DOI: 10.1139/cjfas-58-9-1760.
- Zhang, C. I., & Sullivan, P. J. (1988). Biomass-based cohort analysis that incorporates growth. *Trans. Am. Fish. Soc.* 117, 180-189.
- Zhang, C. I., & Mergrey, B. A. (2010). A Simple Biomass-Based Length-Cohort Analysis for Estimating Biomass and Fishing Mortality, *Transactions of the American Fisheries Society*. 139, 911-924.
- Dick, E. J., & MacCall, A. D. (2011). Depletion-Based Stock Reduction Analysis: A catch-based method for determining sustainable yields for data-poor fish stocks. *Fisheries Research journal*. homepage: www.elsevier.com/locate/fisheries.
- Huxley, L. S. (1924). Constant differential growth ratios and their significance. *Nature*. 114, 895896.
- Pauly, D., & Munro, J. L. (1984). Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. ICLARM: International Center for Living Aquatic Resources Management, *Fishbyte*, 2 (1), 21.
- Pauly, D. (1979). Theory and management of tropical multispecies stocks: a review with emphasis on the Southeast Asian demersal fisheries. ICLARM Studies Reviews, 35p.
- Pauly, D. (1980). On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal Du Conseil International Pour L'Exploration De La Mer*. 39 (2), 175-192.
- Sparre, P., & Venema, S. C. (1992). Introduction to tropical fish Stock Assessment. Part 1- Manual, 375, FAO Rome. ITALY.
- Beverton, R. J. H., & Holt, S. J. (1956). A review of methods for estimating

- mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. *Rapp. P.-v Reun. CIEM*, 140, 67-83.
18. Nikolesky, G. V. (1976). The ecology of fishes. Academic press, London. [The nutritive value of carp (*Cyprinus carpio*)].
 19. ALP, A., & Balik, S. (2000). Growth conditions and stock analysis of the carp (*Cyprinus carpio*, Linnaeus 1758) population in Gölhisar Lake. *Turkish Journal of Zoology*, 24 (3), 291-304.
 20. Tempero, G. W., Ling, N., Hicks, B. J., & Osborne, M. W. (2006). Age composition, growth, and reproduction of koi carp (*Cyprinus carpio*) in the lower Waikato region, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 40 (4), 571-583.
 21. Unver, B. (1998). An Investigation of the reproduction properties of chub (*Leuciscus cephalus* L., 1758) in Lake Tödürge (Zara/Sivas). *Tr. J. Zoology*, 22, 141-147.
 22. Karataş, M., Çiçek, E., Başusta, A., & Başusta, N. (2007). Age, growth and mortality of common carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) population in Almus Dam Lake (Tokat-Turkey). *Journal of Applied Biological Sciences*, 1 (3), 81-85.
 23. Yilmaz, S., Yazicioglu, O., & Polat, N. (2012). Age and Growth Properties of Common Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) from Bafra Fish Lakes (Samsun, Turkey).
 24. Bandani, Gh., Ghasemi, Sh., Parafkande, F., Larijani, M., Daryanabard, Gh., Aghaei, A., Nazeri, M., Noudeh Sharifi, S., Sohrabi, T., & Iri, Y. (2014). Evaluation of carp and carp stocks in the Iranian waters of the southern Caspian Sea.
 25. Pitcher, T. J. (2002). A bumpy old road: Size-base methods in fisheries assessment. In: Hand book of Fish Biology and Fisheries: Vol. 2, (Fisheries. Hart, P. J. B., and Reynolds, J. D.). Blackwell Publishing, Oxford. pp. 189-210.
 26. Balık, İ., Çubuk, H., Özkök, R., & Uysal, R. (2006). Some characteristics and size of carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) population in the Lake Karamık (Afyonkarahisar/Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 6 (2).
 27. Mirza, Z. S., Nadeem, M. S., Beg, M. A., & Qayyum, M. (2012). Population status and biological characteristics of common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in Magla reservoir (Pakistan). 40-53.
 28. Saylar, Ö., & Benzer, S. (2014). Age and growth characteristics of carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in Mogan Lake, Ankara, Turkey. *Pak. J. Zool.* 46 (5), 1447-1453.
 29. Ghaninejad, D., Abdolmaleki, Sh., Sayad Bourani, M., Poorgholam, M., Fazli, H., Bandani, Gh. A., & Abbasi, K. (2002). Stock assessment of Caspian bony fish. Final report. *Iranian Fisheries Research Institute*.
 30. Bandani, Gh., Abdolmaleki, Sh., Yelqi, S., Ghasemi, Sh., Ghorbani, R., Tavakoli, M., Parafkande, P., Daryanabard, R., Larijani, M., Nahrou, M., Kor, A., Khedmati, K., & Taleshian, H. (2006). Study of biology, age, growth, diet and reproduction of carp fish (*Cyprinus carpio*) in the southern shores of the Caspian Sea. The final report of the Research Center for Aquatic Reserves of Inland Waters-Gorgan.
 31. Aliakbarian Ghanati, A. (2017). Modelling seasonal-spatial relationships between common carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) catch and stock assessment and environmental factors in southeastern Caspian Sea, Agricultural Sciences and Natural Resources, College of Fisheries and Environmental Sciences, Ph.D. thesis. 149p.
 32. Cadima, E. L. (2003). Fish Stock Assessment Manual. FAO fisheries Technical paper No. 393. Rome. 161p.
 33. Haddon, M. (2011). Modelling and Quantitative Methods in Fisheries.' 2nd edn, Chapman and Hall. 449p.

34. Beddington, J. R., & May, R. M. (1977). Harvesting natural populations in a randomly fluctuating environment. *Science*, 197 (4302), 463-465.
35. Matsuda, H., & Abrams, P. A. (2006). Maximal yields from multi-species fisheries systems: Rules for harvesting top predators and systems with multiple trophic levels. *Ecol. Appl.* 16, 225-237.