University of Hormozgan

Journal of Aquatic Ecology

ISSN Print: 2322-2751 ISSN Online: 2980-9355

Homepage: https://jae.hormozgan.ac.ir

Spatio-temporal Variability of Some Population Dynamics Parameters of the Caspian kutum, *Rutilus frisii* (Nordmann, 1840) in the Coastal Waters of Golestan Province (Southeast Caspian Sea)

Amin Danaei[1], Rahman Patimar[1]✉, Hadi Raeisi[1], Zia Kordjezi[1], Abdolazim Fazel[2]

1. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Gonbad Kavous Univesity, Gonbad Kavous, Iran.
2. Aquatic Resources Research Center of Inland Waters, Iranian Fisheries Research Organization, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Gorgan, Iran.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 21 December 2024
Accepted: 18 January 2025
ePublished: 25 January 2025

✉**Corresponding Author:**
rpatimar@gmail.com

Keywords:
Caspian Kutum,
Growth,
Spatiotemporal variability,
Population dynamics,
Southern Caspian

ABSTRACT

This study aimed to investigate inter-population variation in the population dynamics of the Caspian kutum (Rutilus frisii) based on catch data from the coastal waters of Golestan Province (southeast Caspian Sea) over 26 years (1991-2016). The biometric data of 20,438 kutum samples were analyzed, with sizes ranging from 18 to 70 cm. The average values of L_∞ and k were 59.83 cm and 0.44 per year, respectively. The weight infinity (W_∞) ranged from 1,738.97 to 6,380.03 grams, with an average of 2,867.96 grams. Cohort analysis revealed five distinct cohorts in the exploited population. The natural mortality rates varied between 0.60 and 0.84, with an average total mortality (Z) of 1.35. The exploitation rate (E) ranged from 0.13 to 0.73, exceeding 0.5 in 8 years. The results indicate significant temporal variability in the kutum population over the study period.

CC BY NC

Publisher: University of Hormozgan

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Over recent decades, Caspian Kutum stocks have declined due to overfishing and the degradation of spawning habitats in the rivers of the southern Caspian Sea. Population dynamics studies often exhibit high spatial variability, which may reflect habitat effects. This study aims to assess the temporal variability in the population dynamics of Caspian Kutum based on biometric data from 20,438 specimens over a 26-year period (1991-2016).

Materials and Methods

Biometric data, including length and weight measurements, of 20,438 Caspian Kutum specimens from the coastal waters of Golestan Province (northern Iran) were analyzed. Population dynamics parameters—such as L_∞, W_∞, t_0, K of the Von Bertalanffy growth function (VBGF), Z and M rates, and the number of cohorts—were estimated using the FiSAT software.

Results

The average values for $L\infty$ and k were 59.83 cm and 0.44 per year, respectively. The weight infinity (W_∞) ranged from 1,738.97 to 6,380.03 grams, with an average of 2,867.96 grams. Cohort analysis revealed that the exploited population comprised five distinct cohorts. The natural mortality rates ranged from 0.60 to 0.84, with an average total mortality (Z) of 1.35. The exploitation rate (E) varied between 0.13 and 0.73, exceeding 0.5 in 8 years.

Conclusion

The findings highlight significant temporal variability in the Caspian Kutum populations, suggesting that these populations exhibit distinct characteristics across different years. Therefore, a flexible and adaptive management approach should be implemented for the sustainable management of Caspian Kutum stocks in the southern Caspian Sea.

.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

بوم‌شناسی آبزیان
شاپا چاپی: ۲۷۵۱-۲۳۲۲ شاپا الکترونیکی: ۹۳۵۵-۲۹۸۰
https://jae.hormozgan.ac.ir

تنوع‌پذیری زمانی–مکانی برخی پارامترهای پویایی جمعیت ماهی سفید *Rutilus frisii* (Nordmann, 1840) در آب‌های ساحلی استان گلستان (جنوب شرقی دریای خزر)

امین دانایی[۱]، رحمان پاتیمار[۱]✉، هادی رئیسی[۱]، ضیاء کردجزی[۱]، عبدالعظیم فاضل[۲]

۱. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبد کاووس، ایران.

۲. مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی، مؤسسه، تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۲۹
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۱/۰۶

✉ **نویسنده مسئول:**
rpatimar@gmail.com

کلیدواژه‌ها:
ماهی سفید،
رشد،
تنوع‌پذیری زمانی–مکانی،
پویایی جمعیت،
خزر جنوبی.

چکیده

مطالعه حاضر باهدف بررسی تنوع بین جمعیتی پویایی جمعیت ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii*) بر اساس داده‌های صید در آب‌های ساحلی استان گلستان (جنوب شرقی دریای خزر) طی ۲۶ سال (۱۳۹۵ – ۱۳۷۰) انجام شد. در این پژوهش، داده‌های بیومتری ۲۰۴۳۸ نمونه ماهی سفید به تفکیک زمان (سال) مورد بررسی قرار گرفت. بزرگ‌ترین نمونه دارای ۷۰ سانتیمتر بود. میانگین کل مقادیر L_∞ و k به ترتیب ۵/۴۵ ± ۵۹/۸۳ سانتیمتر ۰/۰۵ ± ۰/۴۴ در سال بدست آمد. مقدار وزن بینهایت (W_∞) از ۱۷۳۸/۹۷ تا ۶۳۸۰/۰۳ گرم متغیر و دارای میانگین ۹۴۲/۶۲± ۲۸۶۷/۹۶ گرم بود. آنالیز گروه‌های سنی همسان (کوهورت) نشان داد که جمعیت تحت بهره‌برداری از پنج کوهورت تشکیل شده است. کمترین و بیشترین ضریب مرگ‌ومیر طبیعی بین ۰/۶۰ و ۰/۸۴ بدست آمد. میانگین ضریب مرگ‌ومیر کل نیز ۱/۳۵ برآورد گردید. ضریب بهره‌برداری (E) از ۰/۱۳ تا ۰/۷۳ متغیر بود که در مدت ۸ سال این ضریب بالاتر از ۰/۵ بدست آمد. نتایج نشان دادکه پارامترهای جمعیتی ماهی سفید (*R. frisii*) دارای پویایی قابل‌ملاحظه زمانی (بین سال‌ها) می‌باشد. این پویایی نشان‌دهنده تنوع بین جمعیتی این گونه است.

ناشر: دانشگاه هرمزگان

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

مقدمه

بیش از ۱۳۰ رودخانه کوچک و بزرگ به دریای خزر منتهی می‌شود. گرگانرود با طول ۳۲۵ کیلومتر از رودخانه‌های مهم حوضه آبریز دریای خزر می‌باشد که از کوه‌های نارچی و بیلی کوه واقع در ارتفاعات شمال شرقی شهر کلاله سرچشمه می‌گیرد (Mosaedi *et al.*, 2007). با توجه به طول زیاد دریای خزر، شرایط اقلیمی متفاوتی در مناطق مختلف آن قابل‌مشاهده است. سواحل ایران برخلاف سایر نقاط دریای خزر، دارای نزولات زیاد و کمترین میزان تبخیر می‌باشد. نوسان شدید تراز آب دریای خزر طی قرن‌های گذشته سبب تغییر شکل سواحل، شکل‌گیری محیط‌های آبی جدید و جابجایی زیستگاه آبزیان شده است (Alizadeh, 2004). شکل و فیزیک منحصر بفرد و موقعیت جغرافیایی ایده‌آل دریای خزر، اقلیمی منحصر بفرد که حاصل همسایگی این منطقه با پیکره آبی خزر می‌باشد را بوجود آورده است (Karkhaneh *et al.*, 2016). ماهی سفید دریای خزر از باارزش‌ترین ماهیان شیلاتی از نظر صید و استحصال است که در شمال ایران طرفداران بی‌شماری دارد و در سال بیش از نیمی از صید ماهیان استخوانی را به خود اختصاص می‌دهد. طعمه‌های غذایی در دوره ابتدایی زندگی این ماهی شامل حشرات یک‌روزه و لاروهای بال‌مو داران می‌باشند. دیگر موجودات کوچک مانند نرم‌تنان، خرچنگ، قورباغه و ماهی‌های کوچک، تخم قزل‌آلا و نوزاد آنها را نیز مصرف می‌نمایند (Coad،1998). نژاد بهاره این گونه، آنادروموس بوده و از اواخر بهمن تا اواسط اردیبهشت به رودخانه‌های حوزه دریای خزر مهاجرت کرده و اقدام به تخمریزی می‌کند (Ebrahimi and Ouraji, 2012). ماهی سفید دارای دو فرم پاییزه و بهاره می‌باشد. به‌طورکلی در سال‌های اخیر گزارشی از صید نژاد پاییزه در حوزه جنوبی (مازندران–گلستان) وجود ندارد. نژاد بهاره ذخایر ماهی سفید اهم ذخایر این ماهی را تشکیل می‌دهد (Aghili and Mohammadi, 2011). در مطالعه‌ی تأثیر شرایط محیطی و زیستی بر مهاجرت و صید ماهی سفید در ناحیه جنوب‌غربی دریای خزر، افزایش کمی قابل‌توجه ذخایر ماهی سفید نسبت به دهه‌های قبل و تاثیرگزارتر بودن عوامل زیستی در مقایسه با عوامل محیطی بر روی صید و مهاجرت برآورد گردید (Karimzadeh *et al.*, 2014). Danaei و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه ۲۶ ساله‌ی پارامترهای پویایی جمعیت ماهیان ناحیه ساحلی مازندران و گیلان، تغییرات سالیانه و وجود تنوع بین جمعیتی را گزارش دادند. طی دهه‌های گذشته ذخایر این ماهی بر اثر برداشت بی‌رویه از ذخایر آن و نیز دگرگونی مناطق تخمریزی در رودخانه‌ها و تالاب‌ها و بر اثر برداشت شن و ماسه و ورود سموم کشاورزی، صنعتی و خانگی و کاهش سطح آب دریای خزر روند کاهشی را طی کرد.

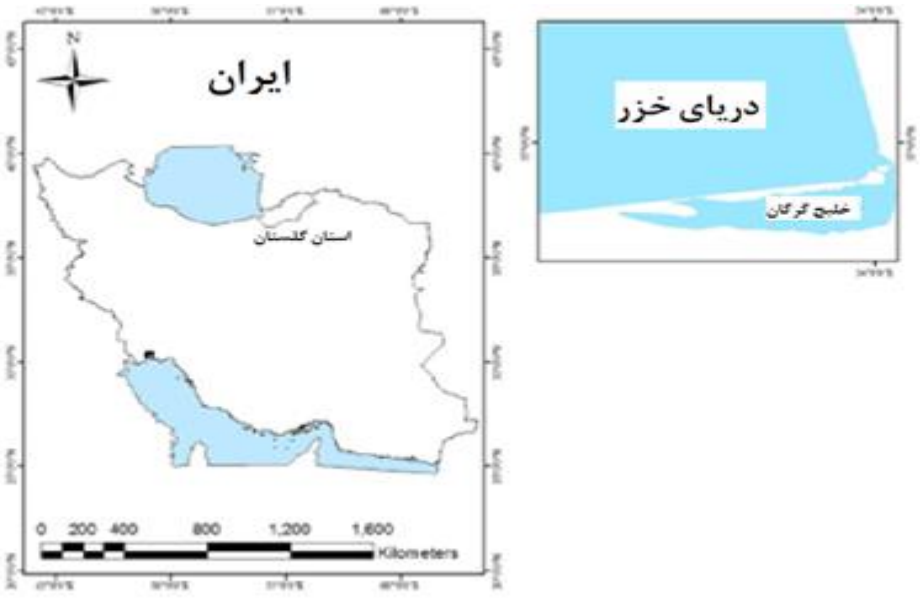
پویایی‌شناسی جمعیت، فرآیند مستمر جایگزینی نسل درطی زمان، تولید نسل، رشد و مرگ‌ومیر آن را مورد بررسی قرار می‌دهد (Bal and Rao, 1984) و یکی از راه‌های شناخت ذخایر ماهیان در اکوسیستم‌های مختلف آبی و اساس مدل‌های تحلیلی در بحث ارزیابی ذخایر می‌باشند که می‌تواند اطلاعات دقیقی در مورد وضعیت آن جمعیت ارائه نماید. برای ارائه مدل پویایی یک جمعیت برآورد دقیق مرگ‌ومیر و سرعت خروج افراد از آن ضروری می‌باشد (Vaseh Haghdoust *et al.*, 2022). بررسی‌ها نشان داده که مطالعات پویایی‌شناسی جمعیت آبزیان مثل ویژگی‌های رشد از تنوع‌پذیری بالای منطقه‌ای برخوردار بوده که می‌توان آن را به دلیل تنوع در ویژگی‌های زیستگاهی دانست (Zivkov, 1996; Froese and Binohlan, 2000).

علیرغم اینکه مطالعات زیادی در مورد پارامترهای پویایی‌شناسی جمعیت‌های ماهی سفید در جنوب دریای خزر انجام شده است، اما مطالعه جامع مقایسه‌ای بین سالهای مختلف بر روی تنوع‌پذیری پویایی آن دیده نمی‌شود. لذا این تحقیق با هدف برآورد تنوع‌پذیری زمانی (بین سال‌ها) در سواحل استان گلستان با استفاده از داده‌های زیست‌سنجی جمع‌آوری‌شده طی ۲۶ سال (۱۳۹۵ – ۱۳۷۰) انجام شده است.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

مواد و روش‌ها

در این تحقیق با بررسی دقیق آمار و اطلاعات موجود و مطالعات گذشته در خصوص صید قانونی ماهی سفید، همچنین اطلاعات مربوط به سنجش بیومتری ماهیان، اطلاعات کافی گردآوری گردید. سپس اطلاعات مربوط به طول و وزن ۲۰۴۳۸ قطعه ماهی سفید در محدوده‌ی مکانی استان گلستان (شکل ۱) و بازه‌ی زمانی درازمدت ۲۶ ساله (۹۵-۷۰) که از طریق شرکت‌های تعاونی پره و به‌صورت نمونه‌برداری تصادفی تهیه گردیده بود، مورد استفاده قرار گرفت. این داده‌ها حاصل نمونه‌برداری تصادفی از صید مجاز توسط پره‌های ساحلی و در تمام فصل صید می‌باشد. طول نمونه‌ها با دقت ۰/۵ سانتی‌متر وزن ماهیان با دقت ۱۰ گرم اندازه‌گیری گردید.



شکل ۱. موقعیت سواحل استان گلستان در حوضه جنوب شرقی دریای خزر

پیراسنجه‌های پویایی‌شناسی با استفاده از نرم‌افزار Fisat. برآورد گردید. مقادیر اطلاعات طولی در نرم‌افزار یادشده وارد و برای به حداقل رساندن خطای بررسی صاف (Smooth) گردید. با توجه به نوسانات رشد آبزیان در فصول مختلف، از رشد فصلی و معادله رشد وان‌برتالانفی (رابطه ۱) استفاده شد (Pauly, 1987).

$$L_t = L_\infty(1 - \exp(-K(t - t_0)) \quad \text{رابطه (۱)}$$

در معادله رشد مذکور، L_t: طول آبزی در سن t (میلی‌متر)، L_∞: طول مجانب در نمودار رشد (میلی‌متر)، K: ضریب رشد (برسال)، t_0: سن فرضی در زمانی که طول ماهی صفر می‌باشد (محل برخورد نمودار رشد با محور طولی بر اساس سال) و t: سن (سال) است.

تجزیه‌وتحلیل داده‌های فراوانی طولی به شیوه ماتریس از امتیازدهی بر اساس احتمال وقوع حالات محاسبه گردید و انتخاب جفت پارامترهای ضریب رشد و طول مجانب در مقایسه با برآورد این پارامترها در ذخایر این گونه در سایر مناطق انتخاب شد (آزمون فی پریم)، لذا در محاسبه مقادیر یاد شده، این روش انتخاب گردید.

درستی و یا احتمال خطای برآوردها از طریق آزمون Ø (فی پریم مونرو) انجام می‌گیرد (رابطه ۲). اساس این روش بر این استوار است که رابطه معکوس بین ضریب رشد k و طول بی‌نهایت (L_∞) وجود دارد بطوریکه هرگونه افزایش یا کاهش یکی از این پارامترها بوسیله کاهش یا افزایش دیگری کنترل می‌گردد. جهت مقایسه پیراسنجه‌های رشد برآورد شده از آزمون پائولی و مونرو

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

(Pauly and Munro, 1984) که از آن به آزمون فی پریم مونرو (Ø) یاد می‌شود، استفاده گردید. از این آزمون برای مقایسه نتایج حاصله از مقادیر L_∞ و K در این تحقیق با سایر مطالعات در خصوص رشد آن گونه استفاده شد.

رابطه (۲) $\emptyset' = \mathrm{Log(K)} + 2\mathrm{Log}(L_\infty)$

تعداد کوهورت‌ها برای کل سال‌های تحقیق حاضر (۲۶ سال) با استفاده از روش باتاچاریا، استخراج گردید. جهت برآورد مقدار بیشینه طول ماهی سفید (Lmax) از زیر برنامه پشتیبانی (Support) در برنامه نرم‌افزاری Fisat استفاده و محاسبه این مقدار با سطح اطمینان ۹۵٪ صورت گرفت.

برای محاسبه t_0 از رابطه (۳) استفاده شد (Sparre and Venema, 1998).

رابطه (۳) $\mathrm{Log}(-t0) = -۰/۳۹۲۲ - ۰/۲۷۵۲\ \mathrm{Log}(L\infty) - ۱/۰۳۸\ \mathrm{Log}(K)$

با استفاده از نتایج رابطه طول- سن (معادله رشد وان‌برتالانفی) و رابطه طول ─ وزن، وزن بینهایت (W_∞) محاسبه گردید که برای محاسبه وزن هر گروه سنی (W_t) بکارگیری شد (رابطه ۴).

رابطه (۴) $W_t = W_\infty(1 - e^{-k(t-t_0)})^3$

مرگ‌ومیر کل (Z) به روش مستقیم (استفاده از منحنی صید سنی) (رابطه ۴) برآورد گردید (Gayanilo and Pauly, 1997).

رابطه (۵) $N_{i+1} = N_i e^{-z(t_{i+1}-t_i)}$

که در آن، Ni: تعداد افراد در زمان ti، Ni+1: تعداد افراد در زمان ti+1، Z: ضریب مرگ‌ومیر کل می‌باشد.

برای برآورد مرگ‌ومیر طبیعی (M) از فرمول تجربی پائولی (رابطه ۶) استفاده شد (Pauly, 1983).

رابطه (۶)

$\mathrm{Log}\ T ۰/۴۶۳۴ \mathrm{Log}\ K + \ ۰/۰۶۵۴۳ \mathrm{Log}\ L\infty + ۰/۲۷۹ - ۰/۰۰۶۶ \mathrm{Log}\ M =$

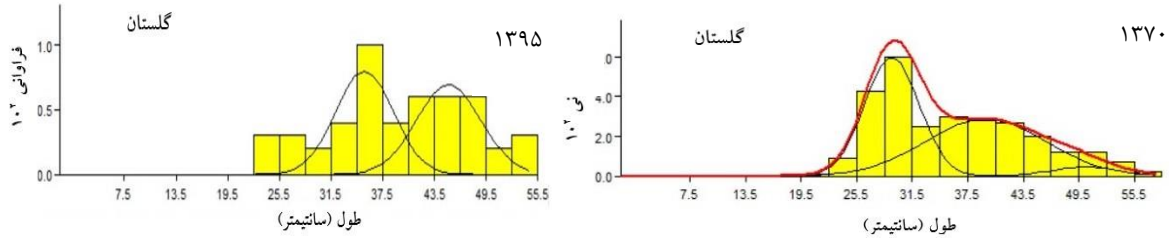
در این معادله T میانگین درجه حرارت سالیانه است. L_∞ و K پارامترهای معادله رشد وان‌برتالانفی می‌باشند.

از آنجا که نرخ مرگ‌ومیر کل حاصل جمع نرخ‌های مرگ‌ومیر طبیعی (M) و صیادی (F) می‌باشد، بنابراین برای محاسبه نرخ مرگ‌ومیر صیادی (F)، نرخ مرگ‌ومیر طبیعی از نرخ مرگ‌ومیر کل کم می‌شود (Sparre and Venema, 1998).

نتایج

میانگین کل مقادیر محاسبه شده L_∞ و k در استان گلستان به ترتیب ۵/۴۵ ± ۵۹/۸۳ سانتی‌متر ۰/۰۵ ± ۰/۴۴ در سال بدست آمد. با استفاده از فراوانی طولی ماهیان صیدشده در دوره ۲۶ ساله‌ی صید، گروه‌های سنی همزاد به تفکیک هر سال و با استفاده از روش باتاچاریا مشخص گردید. شکل ۲ نمونه نتایج این پردازش در سال‌های ۷۰ و ۹۵ در استان گلستان را نشان می‌دهد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]



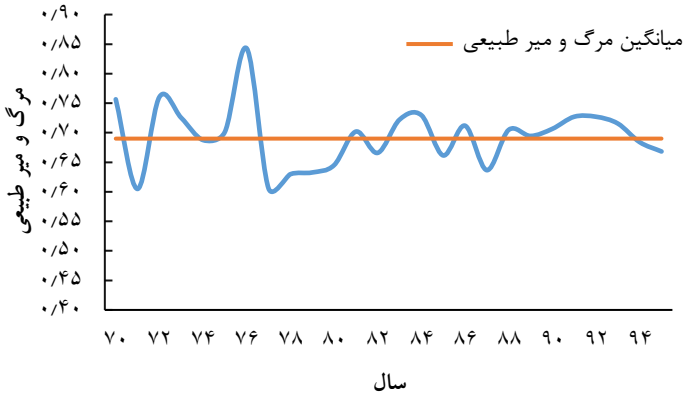
شکل ۲. توزیع فراوانی طولی گروه‌های سنی همسان جداسازی شده ماهی سفید *R. kutum* در آب‌های ساحلی گلستان (سال‌های ۷۰ و ۹۵)

بررسی پویایی گروه‌های سنی همسان در حوضه سواحل استان گلستان (۱۳۹۵-۱۳۷۰) پنج گروه را نشان داد. میانگین طول (± انحراف معیار استاندارد) در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. میانگین طولی گروه‌های سنی همسان جداسازی شده *R. kutum* در حوضه سواحل استان گلستان (۱۳۹۵-۱۳۷۰)

کوهورت	گلستان
۱	۳۱/۲±۷۷/۹۱
۲	۴۱/۳±۲۴/۳۸
۳	۴۵/۳±۷۵/۴۵
۴	۴۹/۲±۰۳/۶
۵	۵۵/۱±۵/۹۶

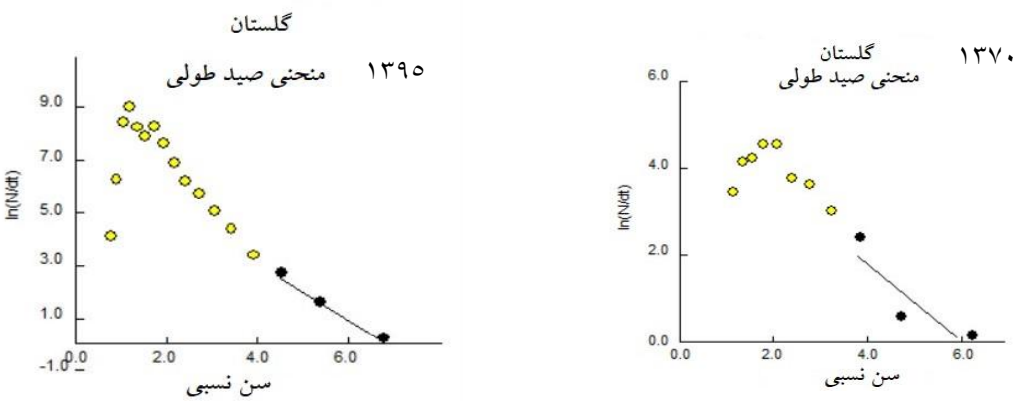
با استفاده از پارامترهای رشد (L_∞ و K)، ضریب مرگ‌ومیر طبیعی بدست آمد (جدول ۲). منحنی تغییرات مرگ‌ومیر طبیعی به تفکیک سال نمونه‌برداری برای هر یک از مناطق ترسیم شد. کمترین و بیشترین ضریب مرگ‌ومیر طبیعی ۰/۶۰ و ۰/۸۴ به ترتیب در سال‌های ۷۱ و ۷۶ به دست آمد (شکل ۳).



شکل ۳. تغییرات ضریب مرگ‌ومیر طبیعی بر اساس نمودار چن- واتانابه ماهی سفید *R. kutum* در حوضه سواحل استان گلستان (۱۳۹۵-۱۳۷۰)

ضریب مرگ‌ومیر صیادی را می‌توان با روش ترسیمی منحنی صید طولی برآورد نمود. از آنجا که بطور معمول نرخ مرگ‌ومیر صیادی از تفاوت نرخ مرگ‌ومیر کل و طبیعی به دست می‌آید، مقدار محاسبه شده در روش ترسیمی برای کنترل مقدار به دست آمده بکارگیری می‌گردد. به عنوان نمونه در شکل ۴ منحنی صید سال‌های ۷۰ و ۹۵ ارائه شده است.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]



شکل ٤. مرگ‌ومیر صیادی ماهی سفید *R. kutum* با استفاده از نرم‌افزار FISAT در حوضه سواحل استان گلستان (۱۳۷۰ و ۱۳۹۵)

مقادیر L_∞ و K پس از محاسبه و تفکیک طبقات طولی و با استفاده از نرم‌افزار FISAT برآورد گردید. این مقادیر برای کلیه سال‌های نمونه‌برداری به تفکیک مکان محاسبه شد (جدول ۲).

جدول ۲. مقادیر L_∞ و K ماهی سفید (*R. kutum*) به تفکیک زمان در استان گلستان (۱۳۹۵-۱۳۷۰)

سال	L_∞	K	t_0
۷۰	۵۶/۷	۰/۴۹	-۰/۲۸
۷۱	۷۴/۰۳	۰/۳۹	-۰/۳۲۹
۷۲	۵۵/۶۵	۰/۴۹	-۰/۲۸۱
۷۳	۵۹/۸۵	۰/۴۷	-۰/۲۸۸
۷۴	۵۸/۸	۰/۴۳	-۰/۳۱۷
۷۵	۵۷/۷۵	۰/۴۴	-۰/۳۱۱
۷۶	۶۱/۹۵	۰/۶	-۰/۲۲۱
۷۷	۶۵/۱	۰/۳۷	-۰/۳۶۱
۷۸	۶۴/۰۵	۰/۳۹	-۰/۳۴۳
۷۹	۶۳	۰/۳۹	-۰/۳۴۴
۸۰	۵۸/۸	۰/۳۹	-۰/۳۵۱
۸۱	۵۴/۶	۰/۴۳	-۰/۳۲۴
۸۲	۵۵/۶۵	۰/۴	-۰/۳۴۷
۸۳	۵۷/۷۵	۰/۴۶	-۰/۲۹۷
۸۴	۵۵/۶۵	۰/۴۶	-۰/۳
۸۵	۶۰/۳۸	۰/٤۱	-۰/۳۳۱
۸۶	۵۷/۷۵	۰/۴۵	-۰/۳۰۴
۸۷	۶۹/۳	۰/۴۱	-۰/۳۱۹
۸۸	۵۹/۸۵	۰/۴۵	-۰/۳۰۱
۸۹	۵۹/۸۵	۰/۴۴	-۰/۳۰۸
۹۰	۵۹/۳۳	۰/۴۵	-۰/۳۰۲
۹۱	۵۳/۵۵	۰/۴۵	-۰/۳۱
۹۲	۵۳/۵۵	۰/۴۵	-۰/۳۱
۹۳	۵۶/۷	۰/۴۵	-۰/۳۰۶
۹۴	۵۳/۵۵	۰/۴۱	-۰/۳۴۲
۹۵	۷۲/۴۵	۰/۴۵	-۰/۲۸۶

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

پس از محاسبه L_∞، مقادیر W_∞نیز برای تمام سال‌ها برآورد گردید. در بازه زمانی این تحقیق مقدار W_∞ از ۱۷۳۸/۹۷ تا ۶۳۸۰/۰۳ متغیر بود (جدول۳).

جدول ۳. مقادیر W_∞ ماهی سفید (*R. kutum*) به تفکیک زمان در حوضه سواحل استان گلستان (۱۳۹۵-۱۳۷۰)

سال	W_∞	سال	W_∞
۷۰	۲۵۷۲/۰۴	۸۳	۲۵۴۸/۱۳
۷۱	۶۳۸۰/۰۳۱	۸۴	۲۴۰۴/۰۷
۷۲	۲۴۶۹/۳۰	۸۵	۲۹۶۳/۶۲
۷۳	۲۹۰۶/۵۱	۸۶	۲۳۴۸/۷۹
۷۴	۲۵۰۱/۱۶	۸۷	۴۲۳۷/۱۵
۷۵	۲۴۷۳/۲۷	۸۸	۲۸۴۰/۴۱
۷۶	۲۸۳۰/۹۲	۸۹	۲۶۸۳/۵۸
۷۷	۳۸۷۴/۷۹	۹۰	۲۴۰۸/۲۳
۷۸	۳۳۷۷/۹۳	۹۱	۱۷۳۸/۹۷
۷۹	۳۶۳۰/۸۳	۹۲	۱۷۸۱/۰۲
۸۰	۲۷۸۰/۴۲	۹۳	۲۳۳۳/۲۴
۸۱	۲۲۸۱/۱۸	۹۴	۲۱۵۵/۶۳
۸۲	۲۲۷۵/۵۸	۹۵	۳۷۷۰/۱۴

هم‌چنین مقدار میانگین کل W_∞ در مدت ۲۶ سال تحقیق، ۹۴۲/۶۲± ۲۸۶۷/۹۶ گرم برآورد گردید.

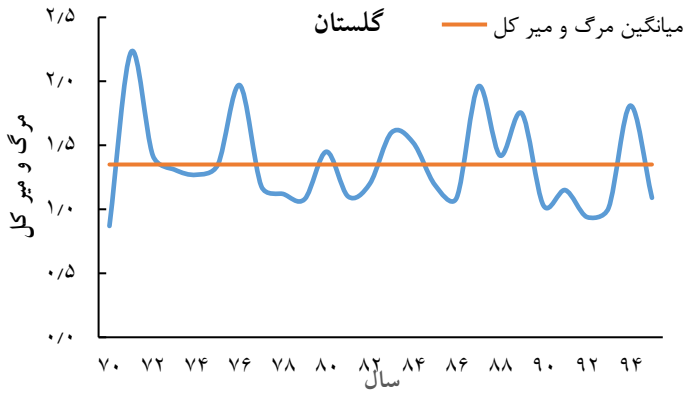
پس از محاسبه میانگین مقادیر K، L_∞، t_0 و W_∞، رابطه وزن با سن به دست آمد:

$$Wt= ۲۸۶۷/۹۶(۱-e^{-۰/۴۴(t+۰/۳۱)})^۳$$

هم‌چنین رابطه طول با سن برای کل دوره زمانی تحقیق محاسبه گردید:

$$Lt= ۵۹/۸۳(۱-e^{-۰/۴۴(t+۰/۳۱)})$$

ضریب مرگ میر کل که با استفاده از نرم‌افزار FISAT و مقادیر K وL_∞ ، برآورد گردید. مقدار میانگین این ضریب بین ۴۱/۸۴-۲/۰ متغیر بود. در نمودار شکل ۵، مقدار میانگین مرگ‌ومیر کل در هر سال به تفکیک زمان قابل مشاهده است.



شکل ۵. تغییرات ضریب مرگ‌ومیر کل ماهی سفید *R. kutum* در حوضه سواحل استان گلستان (۱۳۹۵-۱۳۷۰)

نتایج میزان مرگ‌ومیر طبیعی، مرگ‌ومیر صیادی، مرگ‌ومیر کل و ضریب بهره‌برداری در جدول ۴ قابل مشاهده است. بر این اساس نرخ مرگ‌و میرطبیعی در استان گلستان معادل ۰/۶۹ می‌باشد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

جدول ٤. میانگین میزان مرگ‌ومیر طبیعی، کل و صیادی و ضریب بهره‌برداری در حوضه سواحل استان گلستان (۱۳۹۵-۱۳۷۰)

مرگ‌ومیر طبیعی (M)	مرگ‌ومیر صیادی (F)	مرگ‌ومیر کل (Z)	ضریب بهره‌برداری (E)
۰/۶۹	۰/۶۶	۱/۳۵	۰/۴۵۵۱

نتایج نرخ‌های مرگ‌ومیر و ضریب بهره‌برداری به‌صورت مجزا در جدول ۵ ارائه شده است. بر این اساس نرخ مرگ‌ومیر طبیعی بین ۰/۸۴- ۰/۶ و مرگ‌ومیر صیادی بین ۱/۶۳-۰/۱۱ متغیر بوده است.

جدول ۵. میزان مرگ‌ومیر طبیعی، کل، صیادی و ضریب بهره‌برداری در حوضه سواحل استان گلستان (۱۳۹۵-۱۳۷۰)

	مرگ‌ومیر کل (Z)	مرگ‌ومیر طبیعی (M)	مرگ‌ومیر صیادی (F)	ضریب بهره‌برداری (E)
۷۰	۰/۸۷	۰/۷۶	۰/۱۱	۰/۱۳
۷۱	۲/۲۳	۰/۶۰	۱/۶۳	۰/۷۳
۷۲	۱/۴۲	۰/۷۶	۰/۶۶	۰/۴۶
۷۳	۱/۳۱	۰/۷۳	۰/۵۸	۰/۴۵
۷۴	۱/۲۷	۰/۶۹	۰/۵۸	۰/۴۶
۷۵	۱/۳۵	۰/۷۰	۰/۶۵	۰/۴۸
۷۶	۱/۹۷	۰/۸۴	۱/۱۳	۰/۵۷
۷۷	۱/۱۸	۰/۶۱	۰/۵۷	۰/۴۹
۷۸	۱/۱۲	۰/۶۳	۰/۴۹	۰/۴۴
۷۹	۱/۰۸	۰/۶۳	۰/۴۵	۰/۴۱
۸۰	۱/۴۵	۰/۶۴	۰/۸۱	۰/۵۶
۸۱	۱/۱۰	۰/۷۰	۰/۴۰	۰/۳۶
۸۲	۱/۲۰	۰/۶۷	۰/۵۳	۰/۴۵
۸۳	۱/۶۰	۰/۷۲	۰/۸۸	۰/۵۵
۸۴	۱/۵۲	۰/۷۳	۰/۷۹	۰/۵۲
۸۵	۱/۱۹	۰/۶۶	۰/۵۳	۰/۴۴
۸۶	۱/۰۹	۰/۷۱	۰/۳۸	۰/۳۵
۸۷	۱/۹۶	۰/۶۴	۱/۳۲	۰/۶۸
۸۸	۱/۴۲	۰/۷۰	۰/۷۲	۰/۵۰
۸۹	۱/۷۵	۰/۶۹	۱/۰۶	۰/۶۰
۹۰	۱/۰۳	۰/۷۱	۰/۳۲	۰/۳۱
۹۱	۱/۱۵	۰/۷۳	۰/۴۲	۰/۳۷
۹۲	۰/۹۴	۰/۷۳	۰/۲۱	۰/۲۳
۹۳	۱/۰۱	۰/۷۲	۰/۲۹	۰/۲۹
۹۴	۱/۸۱	۰/۶۸	۱/۱۳	۰/۶۲
۹۵	۱/۰۹	۰/۶۷	۰/۴۲	۰/۳۹

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

بحث

با وجود فعالیت‌های مستمر یگان حفاظت از منابع آبزی شیلات ایران، روند افزایش فعالیت‌های صیادی غیرمجاز که در ماهیان استخوانی عموماً بر ماهی سفید تمرکز داشت همچنان ادامه داشته و موجب صید بیش از ظرفیت گردیده که در کنار سایر عوامل و تغییرات نامطلوب عوامل محیطی، عدم تعادلی را بین بازسازی ذخایر (طبیعی و مصنوعی) و مرگ‌ومیر (طبیعی و صیادی) ماهی سفید به وجود آورده است. در یک جمعیت ماهی، وجود دامنه گسترده در ساختار سنی و طولی، نشان‌دهنده‌ی این موضوع است که زیستگاه از ذخیره غذایی کافی برخوردار است (Unver, 1998). توزیع فراوانی طولی ماهیان نیز اطلاعات مناسبی را در رابطه با پویایی‌شناسی جمعیت، رشد و مرگ‌ومیر و احیاء فراهم می‌کند (King, 2010).

صید ماهی سفید بعد از سال ۱۳۱۸ که از بالاترین مقدار (۵۸۵۴ تن) برخوردار بود (Piri *et al.*,1999) به دلایل مختلف ازجمله بهره‌برداری بی‌رویه، صید قاچاق و نیز از بین رفتن مناطق تخم‌ریزی این ماهی در رودخانه‌ها و تالاب انزلی به دلیل شن‌برداری و ورود فاضلاب‌های کشاورزی، شهری و صنعتی به این منابع آبی و کاهش سطح آب دریای خزر، روند کاهشی داشته است بطوریکه در دهه ۶۰ میزان صید آن به حداقل مقدار خود رسید (Coad, 1980؛ Razavi Sayyad, 1990, 1999؛ Ghaninezhad *et al.*, 1999, 2001) ، لذا بررسی پارامترهای پویایی جمعیت کمک شایانی به حفظ این گونه با ارزش و صید پایدار آن می‌کند.

Aminian Fatideh و همکاران (۲۰۱۷) گزارش نمودند کمترین میزان صید ماهی سفید در ۳ استان شمالی، مربوط به استان گلستان می‌باشد. سهم منطقه میانکاله از صید ماهی سفید، در سه استان شمالی ۰/۶۲٪ و در استان گلستان ۹۷/۷۹٪ می‌باشد. ماهی سفید ۱۰/۲۱٪ صید گونه‌ای منطقه میانکاله را شامل می‌شود. میزان صید ماهی سفید در اکثر ماه‌های سال در استان گلستان پائین می‌باشد و صید آن فقط در چند ماه از سال (اسفند، فروردین و اردیبهشت) بوده که آن‌هم در زمان تخمریزی ماهی سفید می‌باشد. بیشترین میزان صید در ماه‌های اسفند و فروردین بود که بیش از ۹۰٪ از کل صید ماهی سفید را شامل می‌شود. هم‌چنین بر اساس نتایج این محققین میزان صید در سه استان شمالی تفاوت زیادی باهم داشتند و این میزان در استان گلستان بسیار کمتر از استان‌های گیلان و مازندران بوده است. تفاوت در میزان صید ماهی سفید در سه استان شمالی، احتمالاً به نوع بستر، میزان تلاش صیادی، عمق ناحیه صیادی و دوری یا نزدیکی به رودخانه به عنوان یک منبع آب شیرین و عوامل دیگر بستگی دارد که روی گونه ماهی و میزان صید می‌تواند تأثیر داشته باشد. هم‌چنین با توجه به این که این گونه انادروموس است برای تولیدمثل به رودخانه‌ها مهاجرت می‌کند و در سواحل گلستان نسبت به سایر استان‌ها رودخانه‌های پرآب به‌مراتب کمتر است. به‌طورکلی تعداد دفعات پره کشی تابع شرایط اقلیمی، مهیا بودن ادوات و امکانات و انگیزه‌های صیادان است (Yulghi *et al*, 2011).

مقدار طول بینهایت در جمعیت ماهیان مورد بررسی در استان گلستان، ۵۹/۸۳ سانتیمتر برآورد گردید. هم‌چنین ضریب رشد k مقدار ۰/۴۴ را نشان داد که در مقایسه با نتایج محققین دیگر متفاوت بود (جدول ۶).

جدول ٦. نتایج مقادیر L_∞ و K ماهی سفید (*R. kutum*) برآورد شده توسط سایر محققین

	منطقه	L_∞	K	$\emptyset'$
Abdolmaleki, 2006	حوضه جنوبی دریای خزر	۶۰/۷	۰/۱۵	۲/۷۴
Abdolmaleki and Ghaninejhad, 2007	حوضه جنوبی دریای خزر	۷۰/۱	۰/۱۳۸	۲/۸۳
Hoseini *et al.*, 2010	ناحیه ساحلی مازندران	۵۸	۰/۲۴	۲/۹۱
Danaei *et al.*, 2024	ناحیه ساحلی گیلان	۶۳/۱۹	۰/۴۳	۳/۲۳
	ناحیه ساحلی مازندران	۶۱/۴۱	۰/۴۴	۳/۲۲
تحقیق حاضر	ناحیه ساحلی گلستان	۵۹/۸۳	۰/۴۴	۳/۲۰

به‌طورکلی تنوع در مقادیر طول بینهایت و ضریب رشد در بین سال‌ها و مکان‌های مختلف برای یک گونه را تحت تأثیر تنوع در ویژگی‌های بوم‌شناختی گونه‌ای می‌دانند. البته مقایسه محض طول بینهایت و ضریب رشد محاسباتی بدون در نظر گرفتن

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

حداکثر طول مشاهداتی و ترکیب گروه‌های طولی و وزنی نمونه‌های صید منطقی نمی‌باشد و بایستی در تفسیر این گونه نتایج احتیاط لازم بعمل آید.

اهمیت ماهی سفید به‌عنوان یکی از مهمترین گونه‌های اقتصادی خزر جنوبی، این گونه را مورد توجه شدید صیادان قرار داده است؛ بنابراین ضرایب مرگ‌ومیر آن بسیار متغیر می‌باشد. ضریب مرگ‌ومیر طبیعی در جمعیت ماهیان مورد مطالعه برابر ۰/۶۹ برآورد گردید. دامنه این ضریب از ۰/۶ تا ۰/۸۴ بود. Abdolmaleki و همکاران (۱۳۸۶) ضریب مرگ‌ومیر طبیعی این گونه برابر ۰/۳۱ گزارش کرده است. هم‌چنین ضریب مرگ‌ومیر کل را ۰/۸۳ برآورده کرده است. گزارش Vaseh Haghdoust و همکاران (۲۰۲۲) ضریب مرگ‌ومیر کل را برای جمعیت ماهیان مازندران را ۰/۷۶۲ نشان می‌دهد. Danaei و همکاران (۲۰۲۴) ، در تحقیق بر روی‌داده‌های مربوط به ماهی سفید در مدت ۲۶ سال (۹۵-۷۰) ، میانگین ضریب مرگ‌ومیر طبیعی و صیادی در جمعیت مازندران به ترتیب ۰/۶۶ و ۰/۷۴ و در گیلان به ترتیب ۰/۶۶ و ۰/۶۸ برآورد کردند. سایر محققین نتایج متنوعی را در مورد ضرایب مرگ‌ومیر گزارش نموده‌اند (جدول ۷).

جدول ۷. نتایج ضرایب مرگ‌ومیر ماهی سفید (*R. kutum*) برآورد شده توسط سایر محققین

	منطقه	مرگ‌ومیر طبیعی (M)	مرگ‌ومیر صیادی (F)	مرگ‌ومیر کل (Z)
Abdolmaleki *et al* (۲۰۰۸)	حوضه جنوبی دریای خزر	۰/۲۸	۰/۸۳	۱,۱
Gheshlaghi *et al* (۲۰۱۲)	حوضه جنوبی دریای خزر	۰/۳۶	۰/۵۶	۰/۹۲
Daryanabard *et al* (۲۰۱۹)	حوضه جنوبی دریای خزر	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۷۶
Danaei *et al* (۲۰۲۴)	گیلان	۰/۶۶	۰/۶۸	۱/۳۴
Danaei *et al* (۲۰۲۴)	مازندران	۰/۶۶	۰/۷۴	۱/۳۹

کوچکترین میانگین طولی کوهورت مربوط به کوهورت ۱ با طول ۳۱/۷۷ سانتیمتر و بزرگترین میانگین طولی در کوهورت ۵۵/۵ سانتیمتر برآورد گردید. گزارش Shahifar و همکاران (۲۰۱۹) از جمعیت ماهی سفید مورد مطالعه در گیلان در سال ۹۶، مجموعاً ۹ کوهورت و در جمعیت مازندران ۶ کوهورت را نشان می‌دهد. Danaei و همکاران (۲۰۲۴) ، در تحقیق خود در مدت ۲۶ سال، میانگین تعداد کوهورت در استان گیلان را ۲/۷۴ و در مازندران ۲/۵۶ برآورد کرده‌اند.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج اثبات کرد که تنوع قابل‌ملاحظه‌ای در پارامترهای پویایی جمعیت ماهی سفید در آب‌های ساحلی استان گلستان وجود دارد. این تغییرات سالیانه به‌عنوان تنوع بین جمعیتی تفسیر می‌گردد. با توجه به اینکه ماهی تحت بهره‌برداری غیرمجاز نیز می‌باشد اعلام نظر در خصوص وضعیت ذخایر به آسانی ممکن نیست. علاوه بر این به‌طورکلی نتایج این تحقیق اثبات می‌کند که جمعیت‌های ماهی سفید دارای ویژگی‌های متفاوتی می‌باشند، بنابراین برای جمعیت‌های این گونه در خزر جنوبی بایستی مدیریت انعطاف‌پذیری اعمال گردد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

منابع

Abdolmaleki, S., Ghaninejhad, D., 2007. Stock assessment of the Caspian Sea in Kutum (*Rutilus frisii kutum*) Iranian coastal waters of the Caspian Sea. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 16(1), pp. 103-114. (In Persian).

Abdolmaleki, S., 2006. Trends in stocks fluctuation of *Rutilus Frisii Kutum* in the Caspian Sea. *Iranian Scientific Fisheries Journal*. 15(2), pp. 87-100. (In Persian).

Abdolmaleki, Sh., Hashemi, A., Nahrevar, R., 2008. Catch status and population structure of *kutum* (*Rutilus frisii kutum*) in Iranian coastal water of the Caspian Sea. *Journal of Marine Sciences and Technology*. 6(3-4), 51-62. (In Persian).

Aghili, K., Mohammadi, F., 2011. Estimate of catch rate, age and length combination of *Rutilus frisii kutum* in Gorgan Golf. *Journal of Biological Sciences*. 5(4), pp.89-98. (In Persian).

Alizadeh, H. 2004. An introduction to the characteristics of the Caspian Sea. Noorbakhsh Publications. 119 p. (in Persian).

Aminian Fatideh, B., Mohammadi, M., Karimzadeh, G., Jafari, A.G., Vahdatirad, N., 2017. Effect of biological and environmental conditions on the catch rate and migration of *Rutilus Frisii Kutum* in the southeast basin of the Caspian Sea (Golestan Province). *Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology)*. 29(4), pp.380-399. (In Persian).

Bal D.V., Rao, K.V. 1984. Marine fisheries. Tata Mc Graw Hill, New Delhi, India. 470p.

Coad, B.W., 1980. Environmental change and its impact on the freshwater fishes of iran. Biological Conversation. 19, pp. 51-80.

Coad, B.W., 1998. Systematic biodiversity in the freshwater fishes of Iran. Italian Journal of Zoology. 65 (Supplement), pp. 101-108.

Danaei, A., Patimar, R., Raeisi, H., Kordjazi, Z., Fazel, A., 2024. Investigation of long-term spatio-temporal variability in population dynamics and catch of Kutum (Rutilus kutum) in southern Caspian Sea (Iran). PhD dessertation, Gonbad Kavous University. 73 p. (in Persian).

Daryanabard, GH.R., Fazli, H., Taghavi Motlagh, S.A., Bandani, Gh.A., Poorgholami Moghadam, A. 2019. Age, growth and biomass of the Kutum (Rutilus frisii, Kamensky., 1901. In Iranian waters of the Caspian Sea. Iranian Scientific Fisheries Journal. 28(4), pp. 79-87. https://doi.org/10.22092/isfj.2019.119433. (In Persian).

Ebrahimi, G. and Ouraji, H., 2012. Growth performance and body composition of kutum fingerlings, Rutilus frisii kutum (Kamenskii 1901), in response to dietary protein levels. Turkish Journal of Zoology. 36(4), pp. 551-558. https://doi.org/10.3906/zoo-1008-139.

Froese, R., Binohlan, S., 2000. Empirical relationship to estimate asymptotic length first and length at maximum yield per recent in fishes with a simple method evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology*. 56, 758-773. http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2000.tb00870.x

Gayanilo, F.C., Pauly, D., 1997. The FAO-ICLARM stock assessment tools (FiSAT). Reference manual, Rome, FAO. 262 p.

Ghaninezhad, D., Moghim, M., Abdolmaleki, Sh., 1999. Stock assessment of bony fishes of Caspian Sea (1998-1999). Iranian Fisheries Research Organization, Bandar Anzali. 108 p. (in Persian).

Ghaninezhad, D., Moghim, M., Abdolmaleki, Sh., 2001. Stock assessment of bony fishes of Caspian Sea (2000-2001). Iranian Fisheries Research Organization, Bandar Anzali. 151 p. (in Persian).

Gheshlaghi, P., Vahabnejhad, A., Taghavi Motlagh, S.A., 2012. Growth parameters, mortality rates, yield per recruit, biomass, and MSY of Rutilus *frisii kutum*, using length frequency analysis in the Southern parts of the Caspian Sea. *Iranian journal of Fisheries Science*. 11(1), 48-62. http://jifro.ir/article-1-443-en.html. (In Persian).

Hoseini, H., Nejatkhah Manavi, P., Fazli, H., 2010. Age and growth parameters of *Rutilus frisii kutum* in the Caspian Sea (Mazandaran Province). *Journal of Animal Enviroment*. 2(3), pp.17-24. (In Persian).

Karimzadeh, Gh., Nezhadmoghadm,O., Gorjian, M., 2014. The effect of environmental and biological conditions on the migration and catch of white fish in the southwestern basin of the Caspian Sea. *Quarterly Journal of Breeding and Aquaculture Science*. 2(4), pp. 41-54.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]

Karkhaneh, M., Mofidi, A., Zarrin, A., 2016. Simulation of the role of the Caspian Sea on the occurrence of regional rainfall in the southern coasts of the Caspian Sea. *Geography and Territorial Spatial Arrangement*. 6(18), pp. 153-168.

King, M., 2010. Fisheries biology assessment and management fishing. 2nd Edition, Blackwell publishing Ltd. 382 p.

Mosaedi, A.F., Mohamadi Ostadkelayeh, A., Tahbandi, H., Zarei, M., 2007. Study of effective sediment transport discharge at selected stations of Gorganrood River. 4th National Conference of Watershed Science and Management. Karaj, Iran. (In Persian).

Pauly, D., 1987. A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. In: Pauly, D., Morgan, G.R. (ed.). Length-Based Models in Fisheries Research, (ICLARM Conference Proceedings. 13, FAO, Rome, pp.7–34.

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), pp. 21.

Piri, M., Ghani Nejhad, B., Maleki Shomali, A., 1999. Osteichthyes fishes of Caspian Sea, past, nowadays and future of sustainable development. Guilan Fisheries Research Center, Project Report. 69 p. (in Persian).

Razavi Sayyad, B.A., 1990. Stock assessment and management of bony and commercial fishes of Caspian Sea. Fisheries Organization of Iran, Tehran, 86 p. (in Persian).

Razavi Sayyad, B.A., 1999. Introduction to ecology of Caspian Sea. Iranian Fisheries Research Organization, Iran, 90 p. (in Persian).

Shahifar, R., Patimar, R., Fazli, H., Raeisi, H., Gholizadeh, M., Jafaryan, Hojjatallah., 2019. Growth and mortality parameters of Caspian kutum, Rutilus kutum, in southern Caspian Sea. *International Journal of Aquatic Biology*. 8(1), 56-65. https://doi.org/10.22034/ijab.v8i1.677.

Sparre, P., Venema, S.C., 1998. Introduction to tropical fish Stock Assessment. Part 1- Manual, 375., FAO Rome. Italy. 407 p.

Unver, B., 1998. An Investigation on the reproduction properties of chub (*Leuciscus cephalus* L., 1758) in Lake Tödürge (Zara/Sivas). *Turkish Journal of Zoology*. 22 (2), pp.141-147.

Vaseh Haghdoust, A., Haghparast, S., Firoozbakhsh, F., Raeisi, H., 2022. Estimating the best growth model of kutum (*Rutilus kutum*) in Mazandaran fishing grounds (the south Caspian Sea). *Journal of Marine Biology*. 13(14), 107-120. (In Persian). http://jmb.ahvaz.iau.ir/article-1-965-en.html.

Yulghi, S., Ghorbani, R., Aghili, S.M., 2011. Evaluation of fish profitablility by catched beach seine, located in southeast of Caspian Sea, Golestan province. New Technology in Aquaculture Development, Journal of Fisheries. 4(16), pp.57-66. (In Persian)

Zivkov, M., 1996. Critique of proportional hypotheses and methods for back calculation of fish growth. Environmental Biology of Fishes. 46, pp. 309-320.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-03-15]