مقاله علمی – پژوهشی:

سن، رشد و مقدار زی‌توده ماهی کفال طلایی (*Chelon aurata* Risso, 1810) در آبهای ایرانی دریای خزر

غلامرضا دریانبرد*[۱]، حسن فضلی[۱]، سیدعباس حسینی[۲]، اکبر پورغلامی‌مقدم[۳]

*daryanabard@gmail.com

۱ ـ پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

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

۳ ـ پژوهشکده آبزی‌پروری آبهای داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

تاریخ دریافت: دی ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۴۰۲

چکیده

این تحقیق به منظور تعیین ترکیب طولی، سنی، محاسبه پارامترهای رشد و مرگ‌ومیر و محاسبه مقدار زی‌توده ماهی کفال طلایی در آبهای ایرانی دریای خزر طی سال‌های بهره‌برداری ۰۲ـ۱۴۰۱ انجام شد. داده‌های زیست‌سنجی در طول فصل صید از ترکیب صید شرکت‌های تعاونی صیادی پره در استان‌های گیلان، مازندران و گلستان گردآوری گردید. میانگین (±انحراف معیار) طول چنگالی و وزن کل ماهی کفال طلایی به‌ترتیب ۴/۸±۲۹/۹ سانتی‌متر و ۱۴۳/۰±۳۰۵/۷ گرم محاسبه شد. دامنه سنی ۱۱-۲ ساله بوده و بیش از ۷۴/۴ درصد از ترکیب سنی شامل ماهیان ۴-۳ ساله با میانگین (±انحراف معیار) طول چنگالی به‌ترتیب ۵/۱±۲۶/۳ و ۵/۶±۳۱/۳ سانتی‌متر بودند. رابطه طول چنگالی و وزن کل ضریب همبستگی طول چنگالی و وزن کل ۰/۹۷ و مقادیر a و b به‌ترتیب ۰/۰۱۸ و ۲/۸۳۶ محاسبه شد. براساس معادله رشد ون برتالانفی مقدار ضریب رشد سالانه (K)، طول بی‌نهایت (L∞) و سن در طول صفر (t_0) به‌ترتیب ۰/۱۴ در سال، ۶۴/۰ سانتی‌متر و ۱/۰۲- سال تعیین شد. پارامترهای مرگ‌ومیر کل (Z)، طبیعی (M) و صیادی (F) به‌ترتیب ۰/۹۵، ۰/۳۰ و ۰/۶۵ محاسبه شد. مقدار زی‌توده ماهی کفال طلایی حدود ۱۲۱۵۵/۵ تن محاسبه و برآورد گردید. این تحقیق اطلاعات ارزشمندی را در راستای مدیریت پایدار و حفاظت از ذخایر ماهی کفال طلایی در آبهای ایرانی دریای خزر ارائه می‌کند.

لغات کلیدی: کفال طلایی، پارامترهای رشد، مرگ‌ومیر، زی‌توده، دریای خزر

*نویسنده مسئول

مقدمه

صید و بهره‌برداری از ذخایر ماهیان استخوانی در دریای خزر از مشاغل اصلی ساحل‌نشینان این منطقه است و علاوه بر صیادان، گروهی از ساکنین منطقه از طریق تولید و عرضه ادوات صیادی یا تجارت آبزیان امرار معاش می‌کنند. فصل صید ماهیان استخوانی همه ساله نیمه دوم سال و از ۲۰ مهر ماه آغاز می‌شود و لغایت ۱۵ فروردین سال بعد ادامه دارد. طول نوار ساحلی در آبهای ایرانی دریای خزر با صرف‌نظر از تالاب انزلی و خلیج میانکاله حدود ۶۳۹ کیلومتر است (Daryanabard, 2015) که در سال‌های اخیر ۱۲۳ شرکت تعاونی صیادی پره با جامعه صیادی بالغ بر ۱۰ هزار نفر صیاد، پس از تعدیل برخی از شرکت‌ها، در استان‌های گیلان، مازندران و گلستان مستقر و فعال هستند (Fazli, 2023). با منسوخ شدن روش صید دام‌گستر از سال ۱۳۷۲ تاکنون، تنها روش مجاز برداشت از ذخایر ماهیان استخوانی استفاده از تورهای پره ساحلی با اندازه چشمه‌های ۳۰ و ۳۳ میلی‌متر در کیسه تور است (IFO, 2022). هرچند که صیادان غیرمجاز همچنان با دام‌های گوشگیر و تورهای نامرئی تک‌رشته‌ای نیز بخشی از ذخایر ماهیان استخوانی را صید و عرضه می‌کنند. پس از ماهی سفید، ماهی کفال طلایی در بین گونه‌های مختلف ماهیان استخوانی، مهم‌ترین و اقتصادی‌ترین گونه بوده و در دو دهه اخیر شامل حدود ۳۰ درصد از ترکیب گونه‌ای ماهیان استخوانی و بالغ بر ۹۵ درصد از ترکیب صید کفال ماهیان است. درآمد حاصل از صید و فروش این گونه نیز بعد از ماهی سفید، از اهمیت ویژه‌ای در جامعه صیادی برخوردار است.

کفال ماهیان بومی دریای خزر نیستند و کارشناسان علوم شیلاتی شوروی سابق طی سال‌های ۱۳۱۳-۱۳۰۹، سه گونه از این ماهیان شامل کفال طلایی (*Chelon aurata*)، کفال پوزه‌باریک (*Chelon saliens*) و کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) را به دریای خزر معرفی کردند و گونه‌های کفال طلایی و کفال پوزه‌باریک در زمان کوتاهی به‌خوبی با اکوسیستم دریای خزر سازگار شده و از جمعیت خوبی برخوردار شدند، ولی معرفی گونه کفال خاکستری با موفقیت همراه نبود (Aslan Parviz, 1991). کفال طلایی تمام دوران زندگی خود را دریا سپری می‌کند و برای تولیدمثل و زادآوری به رودخانه‌ها مهاجرت نمی‌کند. همچنین بازسازی ذخایر آن کاملاً وابسته به تکثیر طبیعی است و تولید و رهاسازی بچه ماهیان برای این ماهی انجام نمی‌شود. به دلیل مناسب بودن شرایط محیطی و تداوم تولیدات غذایی در آبهای ایرانی دریای خزر، کفال طلایی برای زمستان‌گذرانی در نیمه دوم سال به این منطقه مهاجرت می‌کند که مصادف با شروع فصل صید ماهیان استخوانی است. به همین دلیل مقدار صید این ماهی در ابتدای فصل صید زیاد بوده و دارای بیشترین فراوانی در ترکیب صید است. مهاجرت کفال طلایی به آبهای ایرانی دریای خزر با تولیدمثل این ماهی همراه بوده و در ابتدای فصل صید، بیشتر ماهیان کفال طلایی صید شده در مراحل پیشرفته توسعه گنادی بوده و زمان اوج تخم‌ریزی آن نیمه اول آبان ماه است (Daryanabard, 2020).

با توجه به اهمیت این گونه در صید و معیشت صیادان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور از ابتدای دهه ۱۳۷۰ تاکنون، بررسی نوسانات مقدار صید، زی‌توده و پارامترهای رشد و مرگ‌ومیر آن را همه ساله و به صورت پایشی و در قالب پروژه‌های ارزیابی و مدیریت ذخایر ماهیان استخوانی مورد مطالعه قرار می‌دهد تا راهکارهای مدیریتی برای بهره‌برداری پایدار از ذخایر، تداوم اشتغال و فرصت‌های شغلی و معیشت صیادان تأمین شود. در این تحقیق پارامترهای رشد و مرگ و میر و مقدار زی‌توده ماهی کفال طلایی در آبهای ایرانی دریای خزر در سال بهره‌برداری ۱۴۰۲-۱۴۰۱ مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش کار

فصل صید ماهیان استخوانی در سال بهره‌برداری ۱۴۰۲-۱۴۰۱ از ۲۰ مهر ۱۴۰۱ آغاز گردید و به رغم تعیین روز ۱۵ فروردین ۱۴۰۲ برای پایان فصل صید، براساس مصوبات کمیته صید مرکز در سازمان شیلات ایران، زمان پایان فصل صید برای استان گیلان ۲۱ فروردین، برای استان مازندران ۱۷ فروردین و برای استان گلستان ۲۵ فروردین اعلام شد. نمونه‌برداری و زیست‌سنجی از ۵۸۵۷ عدد ماهی کفال طلایی در این بازه زمانی و در شرکت‌های تعاونی صیادی پره سه استان گیلان، مازندران و گلستان به صورت کاملاً

تصادفی از ترکیب صید انجام شد. روش صید استفاده از تور پره ساحلی به طول تقریبی ۱۲۰۰ متر و اندازه چشمه ۳۳-۳۰ میلی‌متر (گره تا گره مجاور) در قسمت کیسه تور بود. بیشترین عمق صید در این روش ۲۰ متر بوده و ارتفاع تور براساس عمق محل صید در مناطق مختلف، از ۸ تا بیش از ۲۰ متر متغیر بود.

برای اندازه‌گیری طول چنگالی از تخته زیست‌سنجی با دقت ۱ میلی‌متر و برای توزین ماهیان از ترازوی دیجیتالی با دقت ۱۰ گرم استفاده شد. برای تعیین سن تعدادی فلس از ناحیه خلفی سرپوش آبششی و بالای خط جانبی تهیه شده و از روش شمارش خطوط سالانه رشد موجود روی فلس استفاده گردید (Biswas, 1993).

برای محاسبه رابطه طول چنگالی و وزن کل از معادله ذیل استفاده شد (Ricker, 1975):

$$W = aFL^b$$

W: وزن کل (گرم)، FL: طول چنگالی (سانتی‌متر)، a: عرض از مبدأ، b: شیب خط

دامنه تغییرات مقدار b در محدوده ۳/۵-۲/۵ بوده و معمولاً نزدیک به ۳ است. هر گاه مقدار b کمتر از ۲/۵ باشد، رشد ناهمگن منفی (آلومتریک منفی) و اگر بیش از ۳/۵ باشد، رشد ناهمگن مثبت (آلومتریک مثبت) نامیده می‌شود (Pauly, 1984). برای سنجش معنی‌دار بودن اختلاف مقدار b با عدد ۳ از آزمون t براساس فرمول پیشنهادی Pauly (۱۹۸۴) استفاده شد:

$$t = \frac{sd_{(x)}}{sd_{(y)}} \cdot \frac{|b-3|}{\sqrt{1-r^2}} \cdot \sqrt{n-2}$$

$sd_{(x)}$: انحراف معیار لگاریتم طول چنگالی، $sd_{(y)}$: انحراف معیار لگاریتم وزن کل، b: مقدار شیب خط محاسبه شده در رابطه طول ـ وزن، r^2: ضریب همبستگی و n: تعداد نمونه

برای برآورد معادله رشد و محاسبه سن در طول صفر (t_0) از فرمول تجربی رشد Von Bertalanffy (۱۹۳۸) استفاده شد:

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

L_t: طول چنگالی (سانتی‌متر) در سن t، L_∞: طول بی‌نهایت (سانتی‌متر)، K: ضریب رشد سالانه، t_0: سن در طول صفر

برای محاسبه طول بی‌نهایت (L_∞) از روش Powell-Wetherall (۱۹۸۶) و برای محاسبه ضریب رشد سالانه(K) از Scan of K value در روش Shepherd و همکاران (۱۹۸۹) استفاده شد (Sparre *et al*., 1989).

برای محاسبه ضریب بقاء (S) از روش Catch curve استفاده شده و سپس ضریب مرگ‌ومیر کل (Z) از فرمول ذیل محاسبه شد (King, 2007):

$$Z = -\ln S$$

Z: مقدار ضریب مرگ‌ومیر کل

برای محاسبه ضریب مرگ‌ومیر طبیعی از فرمول ذیل استفاده شد (Pauly, 1980):

$$\ln M = -0.0152 - 0.279 \ln L_\infty + 0.6543 \ln K + 0.463 \ln T$$

M: مرگ‌ومیر طبیعی سالانه، L_∞: طول بی‌نهایت (سانتی‌متر)، K: ضریب رشد سالانه، T: میانگین دمای سالانه (سانتی‌گراد) میانگین دمای سالانه آب در حوضه جنوبی دریای خزر ۱۴ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد (Daryanabard, 2013).

برای محاسبه ضریب مرگ‌ومیر صیادی (F) از فرمول ذیل استفاده شد (King, 2007):

$$F = Z - M$$

برای برآورد ذخایر ماهی سفید از روش آنالیز کوهورت استفاده شد (Zhang and Sullivan, 1988) که در این روش برای محاسبه مقدار زی‌توده در آخرین سال و آخرین کلاس سنی از فرمول ذیل استفاده شد:

$$B_t = \frac{C_t(F_t + M - G_t)}{F_t(1 - e^{-(F_t+M-G_t)})}$$

و برای سایر سنین از فرمول ذیل:

$$B_{ij} = B_{i+1j+1} e^{(M-G_j)} + C_{ij} e^{(M-G_j)/2}$$

و برای مرگ‌ومیر صیادی لحظه‌ای از فرمول ذیل استفاده شد:

$$F_{ij} = \ln\left(\frac{B_{ij}}{B_{i+1j+1}}\right) - M + G_j$$

B_t: مقدار زی‌توده در سن t، C_t: مقدار صید در سن t، F_t: مرگ‌ومیر صیادی ترمینال، G_j: ضریب رشد لحظه‌ای در سن t، $B_{i+1\,j+1}$: مقدار زی‌توده در سال i+1 و سن j+1، C_{ij} صید

در سال i و سن j، F_{ij}: ضریب مرگ‌ومیر صیادی لحظه‌ای در سال i و سن j

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای Excel نسخه ۲۰۱۶، SPSS نسخه ۱۵ و برای محاسبه پارامترهای رشد و مرگ‌ومیر از نرم‌افزار FiSAT (Gayaniolo *et al.*, 1996) و پکیج‌های TropFish، Fish Method و FSA در نرم‌افزار R استفاده شد. همچنین برای مقایسه میانگین طول چنگالی ماهیان سفید به تفکیک ماه از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون چند دامنه توکی استفاده شد (Afshin Nia, 1999).

نتایج

مقدار صید کفال طلایی در کل سواحل ایرانی دریای خزر در سال بهره‌برداری ۱۴۰۲-۱۴۰۱ حدود ۴۱۱۱/۷ تن بود که صیادان غیرمجاز ۲۳ درصد از آن (۹۴۳/۱ تن) را صید کردند. مقدار صید در واحد تلاش صیادی و سرانه صید به‌ترتیب ۷۸/۶ کیلوگرم در هر بار پره‌کشی و ۲۷/۹ تن به ازاء هر شرکت تعاونی صیادی پره محاسبه شد که بیشترین مقدار صید در واحد تلاش صیادی با ۲۰۴/۲ کیلوگرم در هر بار پره‌کشی در استان گلستان و بیشترین مقدار سرانه صید با ۳۱/۵ تن به ازاء هر شرکت تعاونی صیادی پره در استان مازندران مشاهده شد.

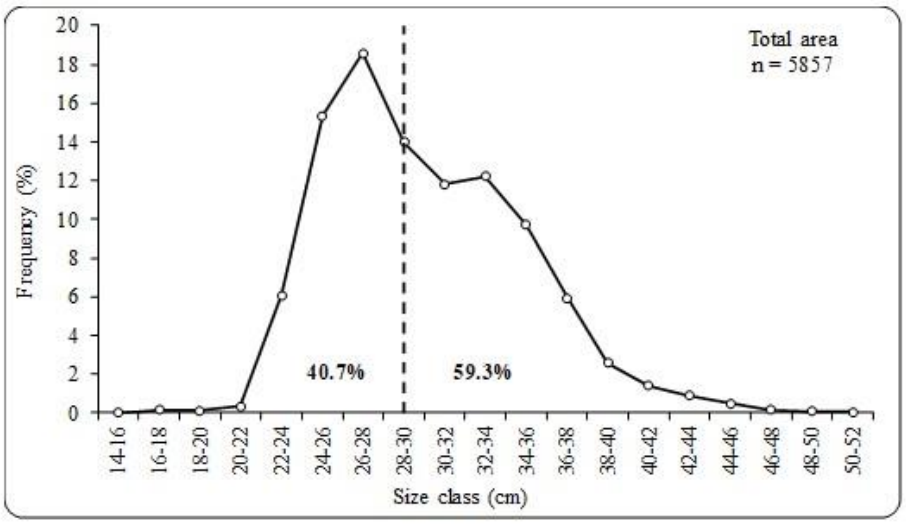
کمترین، بیشترین و میانگین (± انحراف معیار) طول چنگالی ماهی کفال طلایی به‌ترتیب ۱۵/۵، ۵۱/۵ و ۲۹/۹±۴/۸ سانتی‌متر و وزن کل به‌ترتیب ۶۵، ۱۱۸۰ و ۳۰۵/۷±۱۴۳/۰ گرم ثبت و محاسبه شد. کمترین مقدار میانگین (± انحراف معیار) طول چنگالی و وزن کل ماهی کفال طلایی به‌ترتیب با ۲۷/۱±۴/۰ سانتی‌متر و ۲۳۷/۵±۱۲۳/۴ گرم در آبان‌ماه ۱۴۰۱ و بیشترین مقدار به‌ترتیب با ۳۲/۴±۴/۱ سانتی‌متر و ۳۷۲/۱±۱۴۳/۰ گرم در بهمن‌ماه ۱۴۰۱ محاسبه شد. در آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه اختلاف معنی‌دار با حدود اطمینان ۹۵ درصد در طول چنگالی ماهیان کفال طلایی به تفکیک ماه در سال بهره‌برداری ۱۴۰۲-۱۴۰۱ مشاهده شد ($P<0.05$, $F=175.5$). در آزمون چند دامنه توکی با حدود اطمینان ۹۵ درصد طول چنگالی ماهیان کفال طلایی در چهار گروه دسته‌بندی شد که شامل آبان ۱۴۰۱، مهر و آذر ۱۴۰۱، بهمن و اسفند ۱۴۰۱ و دی ۱۴۰۱ و فروردین ۱۴۰۲، بودند (جدول ۱). به عبارت دیگر، طول چنگالی این ماهی در آبان ۱۴۰۱ با مابقی ماه‌ها اختلاف معنی‌دار داشت و در ماه‌های مهر و آذر ۱۴۰۱ و همچنین ماه‌های بهمن و اسفند ۱۴۰۱ با هم اختلاف نداشتند ولی با سایر ماه‌ها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد.

جدول ۱: مقایسه آماری طول چنگالی ماهی کفال طلایی به تفکیک ماه در سال بهره‌برداری ۱۴۰۲- ۱۴۰۱

Table 1: Statistical comparison of fork length of golden gray mullet by month in 2022-23

Month	n	1	2	3	4
Nov 2022	1266	27.1			
Oct 2022	465		28.9		
Dec 2022	886		29.0		
Apr 2023	468			30.2	
Jan 2023	992			30.3	
Mar 2023	794				32.0
Feb 2023	986				32.4
Sig.		1.000	0.999	0.996	0.509

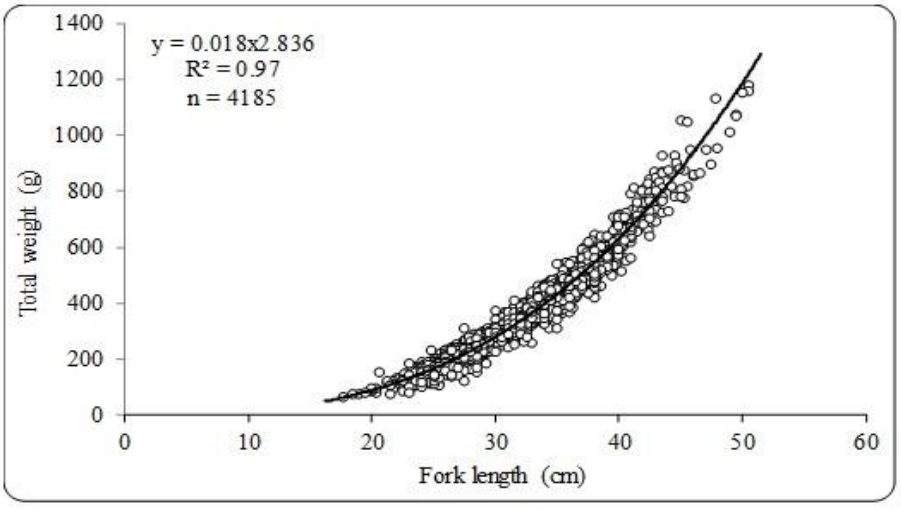
دامنه طول چنگالی ماهی کفال طلایی در سال بهره‌برداری ۰۲ ـ ۱۴۰۱ در کل سواحل ایرانی دریای خزر ۵۱/۵-۱۵/۵ سانتی‌متر بود و بیشترین فراوانی با ۱۸/۶ درصد در طبقه طولی ۲۸-۲۶ سانتی‌متر مشاهده شد که کمی کوچکتر از اندازه بلوغ جنسی این ماهی (طول چنگالی ۲۸ سانتی‌متر) بود (شکل ۱). فراوانی ماهیان نابالغ براساس طول چنگالی ۲۸ سانتی‌متر و فراوانی ماهیان غیراستاندارد براساس طول چنگالی ۳۰ سانتی‌متر که در آیین‌نامه صید و بهره‌برداری از ذخایر ماهیان استخوانی سازمان شیلات ایران اعلام گردید در کل سواحل ایرانی دریای خزر به‌ترتیب ۴۰/۷ و ۵۴/۶ درصد محاسبه شد.



شکل ۱: فراوانی طول چنگالی ماهی کفال طلایی طی سال‌های بهره‌برداری ۱۴۰۲- ۱۴۰۱

Figure 1: The length frequency of golden gray mullet in 2022-23

در رابطه نمایی طول چنگالی ـ وزن کل مقدار ضریب ثابت a و شیب خط برازش b با ضریب همبستگی ۰/۹۷ به‌ترتیب ۰/۰۱۸ و ۲/۸۳۶ محاسبه شد (شکل ۲).



شکل ۲: رابطه طول چنگالی ـ وزن کل ماهی کفال طلایی طی سال‌های بهره‌برداری ۱۴۰۲- ۱۴۰۱

Figure 2: Length-weight relationship of golden gray mullet in 2022-23

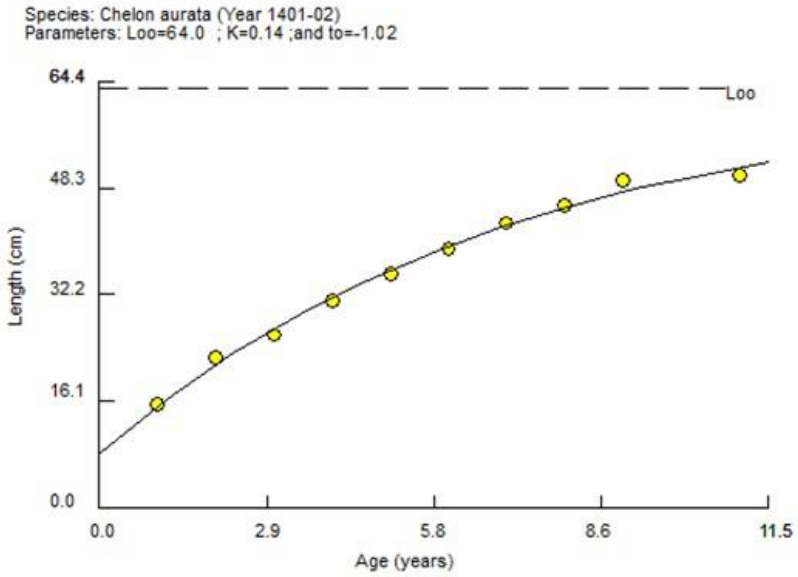
در این تحقیق ۱۸۶۵ عدد ماهی کفال طلایی تعیین سن شد که در دامنه سنی ۱۱-۲ سال بودند ولی ماهی ۱۰ ساله در نمونه‌ها مشاهده نشد. پس از تعمیم ساختار سنی به صید کل، بیشترین فراوانی با بیش از ۷۴/۴ درصد در گروه‌های سنی ۳ و ۴ سال مشاهده شد و ماهیان ۳ ساله با ۴۳/۶ درصد دارای بیشترین فراوانی بودند. مقدار صید ماهیان ۳ ساله ۱۷۹۰/۸ تن و مجموع صید ماهیان ۳ و ۴ ساله بیش از ۳۰۵۸/۶ تن برآورد گردید. میانگین (± انحراف معیار) طول چنگالی و وزن کل ماهیان کفال طلایی به تفکیک گروه‌های سنی پس از تعمیم به صید کل در جدول ۲ ارائه شد.

جدول ۲: میانگین طول چنگالی و وزن کل ماهی کفال طلایی به تفکیک گروه‌های سنی در ترکیب صید سال بهره‌برداری ۱۴۰۲- ۱۴۰۱

Table 2: Mean fork length and total weight of golden gray mullet by age groups in catch in 2022-23

Age (Year)	N in catch	Frequency (%)	Fork length (cm)	Standard deviation	Total weight (g)	Standard deviation
2	347806.2	3.4	22.7	4.8	128.4	11.3
3	4414197.0	43.6	26.3	5.1	193.7	13.9
4	3125064.6	30.8	31.3	5.6	316.2	17.8
5	1699232.3	16.8	35.7	6.0	457.8	21.4
6	401447.9	4.0	39.4	6.3	608.5	24.7
7	91710.1	0.9	43.2	6.6	785.8	28.0
8	39798.7	0.4	45.9	6.8	931.0	30.5
9	12112.7	0.1	49.3	7.0	1140.5	33.8
10	-	-	-	-	-	-
11	3460.8	0.0	51.0	7.1	1254.5	35.4

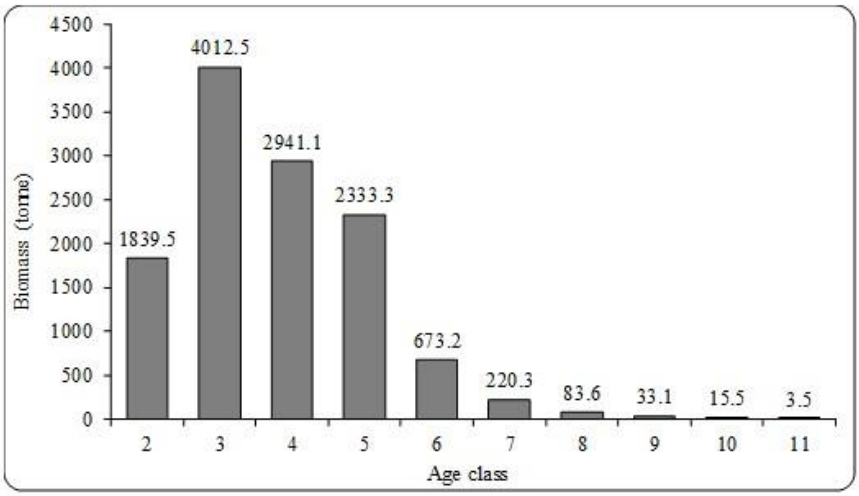
مقدار ضریب رشد سالانه (K) ۰/۱۴ در سال، مقدار طول چنگالی بی‌نهایت ($L\infty$) ۶۴/۰ سانتی‌متر و سن در طول صفر (t_0) ۱/۰۲- سال محاسبه شد (شکل ۳). مقدار ضریب بقاء (S) ۰/۳۹ و مقادیر مرگ‌ومیر کل (Z)، طبیعی (M) و صیادی (F) به‌ترتیب ۰/۹۵، ۰/۳۰ و ۰/۶۵ در سال و مقدار ضریب بهره‌برداری (E) ۰/۶۸ محاسبه گردید.



شکل ۳: پارامترها و منحنی رشد ماهی کفال طلایی در آبهای ایرانی دریای خزر طی سال‌های بهره‌برداری ۱۴۰۲- ۱۴۰۱

Figure 3: Growth curve of golden gray mullet in Iranian waters of the Caspian Sea in 2022-23

براساس داده‌های ترکیب سنی ماهی کفال طلایی در سال بهره‌برداری ۱۴۰۲-۱۴۰۱ و با استفاده از پارامترهای رشد و مرگ‌ومیر محاسبه شده برای این گونه، مقدار زی‌توده ماهی کفال طلایی حدود ۱۲۱۵۵/۵ تن محاسبه شد. مقدار زی‌توده ماهیان ۳ و ۴ ساله به‌ترتیب با ۴۰۱۲/۵ و ۲۹۴۱/۱ تن و پس از آنها ماهیان ۵ و ۲ ساله به‌ترتیب با ۲۳۳۳/۳ و ۱۸۳۹/۵ تن دارای بیشترین مقدار زی‌توده بودند (شکل ۴).



شکل ۴: مقدار زی‌توده ماهی کفال طلایی به تفکیک گروه‌های سنی در آبهای ایرانی دریای خزر طی سال‌های بهره‌برداری ۱۴۰۲- ۱۴۰۱
Figure 4: Biomass of golden gray mullet by age groups in Iranian waters of the Caspian Sea in 2022-23

بحث

براساس آمار صید برآورد شده ماهیان استخوانی در کمیته‌های علمی آمار صید شیلات ایران، در ابتدای دهه ۱۳۷۰ مقدار صید کل کفال ماهیان در آبهای ایرانی دریای خزر ۲۵۰۰ تن بود که با روندی افزایشی تا سال بهره‌برداری ۸۲-۱۳۸۱ با ۶۸۷۳ تن به بیشترین مقدار خود رسید و پس از آن با روندی کاهشی از مقدار صید آن کاسته شد و با ۱۵۴۱ تن در سال بهره‌برداری ۹۵-۱۳۹۴ به کمترین مقدار خود رسید. روند افزایشی مقدار صید این ماهیان از نیمه دوم دهه ۱۳۹۰ آغاز شد و مقدار صید ثبت شده کفال ماهیان در شرکت‌های تعاونی صیادی پره و مقدار صید کل ماهیان با احتساب صید خارج از کنترل در سال بهره‌برداری ۱۴۰۲-۱۴۰۱ به‌ترتیب ۳۰۹۸/۳ و ۴۱۱۱/۷ تن گزارش گردید که نسبت به سال قبل به‌ترتیب ۲/۴ و ۲/۰ افزایش یافت.

میانگین طول کفال طلایی در سال‌های آغازین صید آن در دریای خزر بالا بود و به‌تدریج از مقدار آن کاسته شده و در مقدار تقریباً ثابتی قرار گرفت (Khoroshko, 1981). بعد از گذشت حدود ۴ سال از صید تجاری کفال ماهیان در آبهای ایرانی دریای خزر و در سال ۱۳۲۵، بیشترین مقدار میانگین طول چنگالی و وزن کل ماهی کفال طلایی به‌ترتیب ۴۵/۸ سانتی‌متر و ۱۳۲۷ گرم گزارش شد (Probatov and Tereshchenko, 1951). این مقادیر در توالی ۵ ساله و از ابتدای دهه ۱۳۸۰، در سال بهره‌برداری ۸۲-۱۳۸۱ به‌ترتیب ۳۲/۶ سانتی‌متر و ۳۹۳/۹ گرم (Fazli *et al.*, 2008)، در سال بهره‌برداری ۸۶-۱۳۸۵ به‌ترتیب ۳۳/۲ سانتی‌متر و ۴۲۸/۶ گرم (Daryanabard, 2009)، در سال بهره‌برداری ۹۱-۱۳۹۰ به‌ترتیب ۳۳/۷ سانتی‌متر و ۴۲۹/۸ گرم (Daryanabard, 2013)، در سال بهره‌برداری ۹۶-۱۳۹۵ به‌ترتیب ۳۳/۳ سانتی‌متر و ۳۹۵/۵ گرم (Fazli, 2018) و در سال بهره‌برداری ۱۴۰۱-۱۴۰۰ به‌ترتیب ۳۰/۵ سانتی‌متر و ۳۳۸/۹ گرم محاسبه شد (Fazli, 2023). در این تحقیق نیز میانگین طول چنگالی و وزن کل ماهی کفال طلایی به‌ترتیب ۲۹/۹ سانتی‌متر و ۳۰۵/۷ گرم محاسبه شد. میانگین طول چنگالی و وزن کل در دو سال اخیر کاهش محسوسی داشته و بهره‌برداری از ذخایر نابالغ و جوان را نشان می‌دهد.

از زمان معرفی کفال ماهیان به دریای خزر و سازگاری بسیار جالب آنها با شرایط محیطی این دریا تاکنون تغییراتی در برخی از ویژگی‌های زیستی این ماهیان بوجود آمده و تنوع گروه‌های سنی کفال ماهیان دریای خزر نسبت به دریای سیاه بیشتر شده و میانگین طولی آنها نیز افزایش یافته است (Aslan Parviz, 1991). دامنه سنی ماهی کفال طلایی ۶-۱ ساله در سال ۱۳۲۰ گسترده‌تر شده و به ۱۲-۲ ساله در سال‌های اخیر رسیده است. در آبهای ایرانی دریای خزر ماهیان کفال طلایی ۴-۲ ساله در سال بهره‌برداری ۷۴ - ۱۳۷۳ با ۸۸ درصد دارای بیشترین فراوانی بودند (Ghaninejad *et al.*, 1996) درحالی‌که طی سال‌های بهره‌برداری ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ ماهیان ۶-۳ ساله با بیش از ۸۵ درصد (Daryanabard, 2009) و در سال بهره‌برداری ۸۹-۱۳۸۸ ماهیان ۵-۳ ساله با ۸۴/۵ درصد (Fazli, 2011) دارای بیشترین فراوانی بودند. ماهیان کفال طلایی ۶-۳ ساله در سال‌های بهره‌برداری ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۶-۱۳۹۵ به‌ترتیب دارای بیش از ۸۳ و ۸۷ درصد از ترکیب صید بودند. در دو سال اخیر و طی سال‌های بهره‌برداری ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و ۱۴۰۲-۱۴۰۱ ماهیان کفال طلایی ۵-۳ ساله به‌ترتیب با ۸۴ و ۹۱ درصد دارای بیشترین فراوانی بودند. این بررسی نشان می‌دهد که در دهه‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰، ماهیان کفال طلایی ۴ و ۵ ساله همواره از بیشترین فراوانی در ترکیب صید شرکت‌های تعاونی صیادی پره برخوردار بوده، ولی از ابتدای دهه ۱۴۰۰، ماهیان ۳ و ۴ ساله دارای بیشترین فراوانی بوده و از فراوانی ماهیان مسن در ترکیب صید کاسته شده است. به عبارت دیگر، جمعیت ماهیان کفال طلایی در آبهای ایرانی دریای خزر جوان‌تر شده و بهره‌برداری از ماهیان جوان و نابالغ در دو سال اخیر افزایش یافته است.

مقادیر طول بی‌نهایت (L_∞) و ضریب رشد سالانه (K) کفال طلایی طی سال‌های ۷۱-۱۳۷۰ به‌ترتیب ۵۸ سانتی‌متر و ۰/۳۷ (Ghaninejad and Moghim, 1993)، طی سال‌های ۸۲-۱۳۸۱ به‌ترتیب ۷۵ سانتی‌متر و ۰/۱۰۵ (Ghaninejad *et al.*, 2003)، طی سال‌های ۸۷-۱۳۸۶ لغایت ۸۹-۱۳۸۸ به‌ترتیب ۶۲/۷ سانتی‌متر و ۰/۱۵ (Fazli, 2011)، در سال بهره‌برداری ۹۱-۱۳۹۰ به‌ترتیب ۷۱/۲ سانتی‌متر و ۰/۱۱، در سال بهره‌برداری ۹۶-۱۳۹۵ به‌ترتیب ۶۴/۳ و ۰/۱۶ (Fazli, 2018) و در سال بهره‌برداری ۱۴۰۱-۱۴۰۰ به‌ترتیب ۶۲/۰ و ۰/۱۷ (Fazli, 2023) محاسبه و گزارش شد. در این تحقیق و در سال بهره‌برداری ۱۴۰۲-۱۴۰۱ مقادیر طول بی‌نهایت و ضریب رشد سالانه به‌ترتیب ۶۴/۰ سانتی‌متر و ۰/۱۴ در سال محاسبه شد که با مقادیر محاسبه شده در سنوات گذشته مطابقت دارد.

مقدار ضریب بهره‌برداری (E) ماهی کفال طلایی طی سال‌های بهره‌برداری ۸۴-۱۳۸۳ تاکنون به‌جز سال بهره‌برداری ۹۵-۱۳۹۴ همواره بیش از ۰/۵ و در برخی از سال‌ها حتی بیشتر از ۰/۷ گزارش شده است که فشار بیش از صید را بر ذخایر نشان می‌دهد. بالا بودن ضریب بهره‌برداری، افزایش ماهیان کوچک و نابالغ در ترکیب صید و کاهش سهم صید ماهیان مسن و بزرگ در ترکیب صید کفال طلایی در آبهای ایرانی دریای خزر، شواهدی بر فشار بیش از حد صید بر ذخایر کفال طلایی است که متعاقب آن کاهش مقدار صید کفال ماهیان طی سال‌های بهره‌برداری ۸۲-۱۳۸۱ تاکنون، مشاهده می‌شود. کفال ماهیان تمام دوران زندگی خود را در دریا سپری می‌کند و اقدامی برای تکثیر و رهاسازی بچه ماهیان به منظور بازسازی ذخایر آن انجام نمی‌شود. بنابراین، بازسازی ذخایر آن کاملاً وابسته به تکثیر طبیعی بوده و دوره تولیدمثلی کفال طلایی که بیشترین فراوانی را پس از ماهی سفید در ترکیب صید ماهیان استخوانی دارد، همزمان با آغاز فصل صید ماهیان استخوانی در آبهای ایرانی دریای خزر است که فشار صید در این دوره می‌تواند بازسازی طبیعی ذخایر این ماهی را با مشکل مواجه سازد و مختل کند.

مقدار زی‌توده ماهی کفال طلایی در ابتدای دهه ۱۳۷۰، ۹۹۲۹ تن بود (Noei and Ghaninejad, 1991) که با روندی افزایشی با ۱۹۷۲۳ تن طی سال‌های بهره‌برداری ۸۰-۱۳۷۹ به بیشترین مقدار خود رسیده (Ghaninejad *et al.*, 2001) و پس از آن با روندی کاهشی با ۶۱۱۸ تن در سال بهره‌برداری ۹۹-۱۳۹۸ به کمترین مقدار خود در ۳ دهه اخیر رسیده است (Fazli, 2021). روند افزایشی مقدار زی‌توده ماهی کفال طلایی طی سال‌های بهره‌برداری ۱۴۰۰-۱۳۹۹ آغاز شده و در این تحقیق و طی سال‌های

بهره‌برداری ۱۴۰۲-۱۴۰۱ حدود ۱۲۱۵۶ تن محاسبه شده که نسبت به سال قبل از آن بیش از ۲۶/۵ درصد افزایش یافته است. مقدار زی‌توده ماهیان ۳ و ۴ ساله که همواره دارای بیشترین مقدار هستند نیز از ۳۰۹۰ تن طی سال بهره‌برداری ۹۹-۱۳۹۸ به ۶۹۵۴ تن طی سال بهره‌برداری ۱۴۰۲-۱۴۰۱ افزایش یافت. روند تغییرات مقدار صید کفال ماهیان نیز نشان می‌دهد که مقدار صید این ماهیان طی سال‌های بهره‌برداری ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در آبهای ایرانی دریای خزر روندی صعودی را آغاز کرده و از ۱۸۵۶ تن طی سال‌های بهره‌برداری ۹۹-۱۳۹۸ با بیش از ۲/۲ برابر افزایش به ۴۱۱۱/۷ تن در سال بهره‌برداری ۱۴۰۲-۱۴۰۱ رسیده است.

با توجه به نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، به رغم کاهش محسوس در اندازه ماهیان کفال طلایی صید شده در چند سال اخیر پارامترهای زیستی و رشد این گونه در آبهای ایرانی دریای خزر، تغییرات قابل ملاحظه‌ای نداشته است. در راستای بهره‌برداری پایدار از ذخایر ماهی کفال طلایی و با توجه به اهمیت ویژه این گونه در ترکیب صید شرکت‌های تعاونی صیادی پره در استان‌های شمالی کشور پیشنهاد می‌گردد که با توجه به زمان اوج تخمریزی کفال طلایی در نیمه اول آبان ماه، آغاز فصل صید ماهیان استخوانی نیمه دوم آبان ماه در نظر گرفته شود تا ماهیان کفال طلایی آماده برای تخمریزی، فرصت کافی برای تولیدمثل داشته باشند و بازسازی طبیعی ذخایر این ماهی مختل نشود. براساس مشاهدات میدانی، بسیاری از صیادان غیرمجاز هنگام خارج کردن تورهای پره، با استفاده از تورهای تک‌رشته‌ای نامرئی و چشمه کوچک، ماهیان نابالغ و کوچک جثه در حال فرار از کیسه تور را صید می‌کنند. همچنین برخی از صیادان با روش صید قلاب نیز ماهیان کفال طلایی نابالغ و کوچک که اندازه‌هایی کوچکتر از ۲۰ سانتی‌متر دارند، صید می‌کنند. نیاز است که اقدامات لازم برای جلوگیری از فعالیت این صیادان صورت گیرد.

منابع

Afshin Nia, M., 1999. Statistical methods and their application in science. Tarrahan publication. Tehran. 626 P. (in Persian)

Aslan Parviz, H., 1991. Mullets of the Caspian Sea. *Aquatic Monthly*, 14:20-25. (In Persian)

Biswas, S.P., 1993. Manual of methods in fish biology. South Asian publishers PVT Ltd, New Delhi. 157 P.

Daryanabard, Gh., 2009. Stock assessment of the bony fishes in Iranian coastal waters of the Caspian Sea (2005-2007). Iranian Fisheries Science Research Institute. Tehran. 158 P. (in Persian)

Daryanabard, Gh., 2013. Survey on biological characteristics of bony fishes in Southern part of the Caspian Sea. Iranian Fisheries Science Research Institute. Tehran. 132 P. (in Persian)

Daryanabard, Gh., 2015. Geographical distribution of commercial bony fishes in Iranian waters of the Caspian Sea. Iranian Fisheries Science Research Institute. Tehran. 63 P. (in Persian)

Daryanabard, Gh., 2020. Investigating the reproduction characteristics of kutum and golden grey mullet in the Caspian Sea coast of Iran. Iranian Fisheries Science Research Institute. Tehran. 63 P. (in Persian)

Fazli, H., Janbaz, A., Taleshian, H. and Bagherzadeh, F., 2008. Maturity and fecundity of golden grey mullet (*Liza aurata* Risso, 1810) in Iranian waters of the Caspian Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 24:610-613. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2008.01098.x

Fazli, H., 2011. Stock assessment of the bony fishes in Iranian coastal waters of the Caspian Sea (2010-2007). Iranian Fisheries Science Research Institute. Tehran. 90 P. (in Persian)

Fazli, H., 2018. Stock assessment of Caspian mullets in the Iranian waters of the Caspian Sea (2015-2017). Iranian Fisheries Science Research Institute. Tehran. 53 P. (in Persian)

Fazli, H., 2021. Stock assessment and fishing status of bony fish in the Southern Caspian Sea (2019-2020). Iranian Fisheries Science Research Institute. Tehran. 78 P. (in Persian)

Fazli, H., 2023. Stock assessment and providing a precautionary approach for sustainable harvesting of bony fish stocks in the southern part of the Caspian Sea (Iranian part) (2020-2022). Iranian Fisheries Science Research Institute. Tehran. 78 P. (in Persian)

Gayaniolo, F.C., Sparre, P. and Pauly, D., 1996. The FAO-ICLARM stock assessment tools (FISAT). Users guide. FAO. Computerized Information Series (Fisheries) No. 8, Rome. 126 P.

Ghaninejad, D., and Moghim, M., 1993. Stock assessment of the bony fishes in the Caspian Sea. Guilan Fisheries Research Center. Bandar Anzali. 65 P. (in Persian)

Ghaninejad, D., Moghim, M., and Parafkandeh, F., 1996. Stock assessment of the bony fishes in the Caspian Sea (1995-1996). Iranian Fisheries Research Organization. Tehran. 73 P. (in Persian)

Ghaninejad, D., Moghim, M., and Abdolmalaki, Sh., 2001. Stock assessment of the bony fishes in the Caspian Sea (2000-2001). Guilan Fisheries Research Center. Bandar Anzali. 98 P. (in Persian)

Ghaninejad, D., Abdolmalaki, Sh., Bourani, M., Poorgholami, A., Fazli, H., Abbasi, K., Bandani, Gh., and Piri, H., 2003. Stock assessment of the bony fishes in the Caspian Sea (2002-2003). Tha Caspian Sea Fisheries Research Center. Bandar Anzali. 173 P. (in Persian)

IFO, 2022. Caspian Sea bony fishes management regulation. Iranian Fisheries Organization. Tehran. 63 P. (in Persian)

Khoroshko, A.I., 1981. Population abundance and structure in the long-finned mullet (genus *Liza*, Mugilidae) during acclimation in the Caspian Sea. *Journal of Ichthyology*, 22(6):62-69.

King, M., 2007. Fisheries biology, assessment and management. Second edition, Blackwell publishing, Singapore. 382 P.

Noei, M. R., and Ghaninejad, D., 1991. Stock assessment of the bony fishes in the Caspian Sea (1990-1991). Guilan Fisheries Research Center. Bandar Anzali. 68 P. (in Persian)

Pauly, D., 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stock. *Journal of Marine Science*, 39 (2):92-175. DOI:10.1093/icesjms/39.2.175

Pauly, D., 1984. Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators. ICLARM, Manila. 325 P.

Probatov, S.N. and Tereshchenko, K.K., 1951. The Caspian Sea mullets and its fisheries. Pishchepromizdat, Moscow. 115 P.

Ricker, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, Canada. 400 P.

Sparre, P., Ursin, E. and Venema, S. C., 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual FAO fisheries Technical Paper No. 306/1, Italy. 333 P.

Von Bertalanffy, L., 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology*,. 10(2):181-213.

Zhang, C.I. and Sullivan, P.J., 1988. Biomass-based cohort analysis that incorporates growth. Transactions of American Fisheries Society, 117:180-189. DOI:10.1577/1548-8659(1988)117<0180:BBCATI>2.3.CO;2

Age, growth and biomass of the golden gray mullet (*Chelon aurata*, Risso., 1810) in Iranian waters of the Caspian Sea

Daryanabard G.R.[1*]; Fazli H.[1]; Hossaini S.A.[2]; Akbar Poorgholami Moghadam A.[3]

[*]daryanabard@gmail.com

1- Caspian Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran
2- Inland Water Aquatics Resources Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran
3- Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali, Iran

Abstract

This research was carried out in order to determine the length and age composition, calculate growth and mortality parameters and calculate the biomass of golden gray mullet in the Iranian waters of the Caspian Sea during the year of 2022-2023. The biometric data were collected from beach seine fishing cooperatives in the Guilan, Mazandaran, and Golestan provinces. The mean (± SD) fork length and total weight were measured at 29.9±4.8 cm and 305.7±143.0 g, respectively. The age range was 2 to 11 years, and more than 74.4% of the age group were 3 to 4 years with the mean (± SD) fork length of 26.3±5.1 and 31.3±5.6 cm, respectively. In the relationship between fork length and total weight, the values of a and b were calculated as 0.018 and 2.836, respectively, with a correlation coefficient of 0.97. Growth parameters, including the von Bertalanffy growth equation constants (K, L∞, and t0), were determined as 0.14 (/year), 64.0 cm, and -1.02, respectively. Mortality parameters, encompassing total mortality (Z), natural mortality (M), and fishing mortality (F), were calculated as 0.95, 0.30, and 0.65, respectively. The biomass of golden gray mullet was determined 12155.5 tons. This research provides valuable information in the direction of sustainable management and protection of golden gray mullet stocks in the Iranian waters of the Caspian Sea.

Keywords: Golden gray mullet, Growth and mortality parameters, Biomass, Caspian Sea

[*]Corresponding author