

Original Article



Population dynamics of largemouth bass (*Scomberoides commersonnianus*) in the northwestern Persian Gulf

Maryam Peyrovi¹, Laleh Roomiani^{1*}, Hadideh Maboudi²

1. Department of Fisheries, Ahv. C., Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
2. Department of Biology, Ahv. C., Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

Article history:

Received: 26 June 2024
Revised: 28 September 2024
Accepted: 2 October 2024
ePublished: 5 October 2024

*Corresponding author: Laleh Roomiani, Department of Fisheries, Ahv. C., Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

E-mail: laleh.roomiani@iau.ac.ir

Abstract

Largemouth bass (*Scomberoides commersonnianus*) is an important commercial species of the Carangidae family that has great nutritional value. The economic importance of this species has led to intense fishing pressure to exploit the stock more, so that the valuable stocks of this species have undergone frequent fluctuations during recent measures, which has been accompanied by a decrease in the catch of this species. In this study, monthly sampling was conducted from May 2020 to January 2020 from the commercial catch unloaded at fishing stations in Khuzestan province (Sajafi and Choebdeh unloading stations), and a total of 1070 largemouth bass samples were bioassayed. Based on this, the infinite length (∞L) and growth coefficient (K) were estimated to be 105.5 cm and 0.14 per year, respectively, and the growth performance index (ϕ') was estimated to be 2.3. The total mortality (Z), natural (M), and fishing mortality (F_{cur}) coefficients were estimated to be 1.25, 0.209, and 1.04 per year, respectively, and the current exploitation coefficient (E_{cur}) was estimated to be 0.833. The biological reference intersection was estimated based on the YPR equation in terms of fishing mortality equal to ($F_{0.1}=0.204$, $F_{max}=0.408$, $F_{0.5}=0.163$) and in terms of exploitation equal to ($E_{0.1}=0.494$, $F_{max}=0.661$, $F_{0.5}=0.439$). Based on the estimates of (F_{max}) and (E_{max}), the fishing pressure rate (F) and the exploitation coefficient (E) should be reduced by about 61% and more than 20%.

Keywords: Largemouth bass, population parameters, growth pattern, biological reference points, Persian Gulf

Please cite this article as follows: Peyrovi M., Roomiani L., Maboudi H. Population Dynamics of Largemouth Bass (*Scomberoides commersonnianus*) in the Northwestern Persian Gulf. J Mar Bio, 2024; 16(3): 1–15. DOI:



Copyright © 2024 Journal of Marin Biology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

مقاله اصلی

پویایی جمعیت سارم دهان بزرگ (*Scomberoides commersonnianus*) در شمال غربی خلیج فارس

مریم پیروی^۱، لاله رومیانی^{۱*}، حدیده معبودی^۲

۱. گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۲. گروه زیست‌شناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

چکیده

ماهی سارم دهان بزرگ (*Scomberoides commersonnianus*) از گونه‌های مهم تجاری از خانواده گیش ماهیان است که ارزش غذایی فراوان دارد. اهمیت اقتصادی این گونه سبب گردیده که فشار صیادی جهت بهره‌برداری بیشتر از ذخیره با شدت انجام گیرد، به‌طوری‌که ذخایر ارزشمند این گونه طی اقدامات اخیر دستخوش نوسانات فراوانی گردیده است و با کاهش صید این گونه همراه شده است. در این بررسی، نمونه‌برداری به‌صورت ماهیانه از اردیبهشت ۱۳۹۹ تا دی ۱۳۹۹ (۲۰۲۰ میلادی) از صید تجاری تخلیه‌شده در ایستگاه‌های صیادی استان خوزستان (ایستگاه‌های تخلیه سجافی و چوبده) انجام و در مجموع ۱۰۷۰ نمونه سارم دهان بزرگ زیست‌سنجی شد. بر این اساس، طول بی‌نهایت (L_{∞}) و ضریب رشد (K) به ترتیب ۱۰۵/۵ سانتی‌متر و ۰/۱۴ در سال و شاخص عملکرد رشد ($\dot{\phi}$) برابر با ۳/۲ تخمین زده شد. ضرایب مرگ‌ومیر کل (Z)، طبیعی (M) و صیادی (F_{cur}) به ترتیب ۱/۲۵، ۰/۲۰۹ و ۱/۰۴ در سال و ضریب بهره‌برداری فعلی (E_{cur}) برابر با ۰/۸۳۳ برآورد گردید. تقاطع مرجع زیستی بر اساس معادله تولید به ازای بازسازی (YPR) برحسب مرگ‌ومیر صیادی برابر با $F_{0.1}=0.204$ ، $F_{max}=0.408$ ، $F_{0.5}=0.163$ و برحسب میزان بهره‌برداری برابر $E_{0.1}=0.494$ ، $F_{max}=0.661$ ، $F_{0.5}=0.439$ برآورد شد. بر اساس برآورد (F_{max}) و (E_{max})، نرخ فشار صیادی (F) و ضریب بهره‌برداری (E) می‌بایست حدوداً ۶۱٪ و بیش از ۲۰٪ کاهش پیدا کند.

واژگان کلیدی: سارم دهان بزرگ، پارامترهای جمعیت، الگوی رشد، نقاط مرجع زیستی، خلیج فارس

تاریخچه مقاله

- تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۴/۶
تاریخ ویرایش مقاله: ۱۴۰۳/۷/۷
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۷/۱۱
تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۳/۷/۱۴

تمامی حقوق برای دانشگاه آزاد اهواز محفوظ است.

* نویسنده مسئول: لاله رومیانی، گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

ایمیل: laleh.roomiani@iau.ac.ir

استناد: پیروی، مریم؛ رومیانی، لاله؛ معبودی، حدیده. پویایی جمعیت سارم دهان بزرگ (*Scomberoides commersonnianus*) در شمال غربی خلیج فارس. مجله

زیست‌شناسی دریا، بهار ۱۴۰۳؛ ۱۶(۳): ۱-۱۵

مقدمه

اساس بهره‌برداری پایدار از منابع دریایی، تجزیه و تحلیل علمی و ارزیابی وضعیت ذخایر است. در حال حاضر از نقاط مرجع زیستی به طور گسترده برای مدیریت تک گونه‌ها (single species) استفاده می‌شود (Skern-Mauritzen et al. 2015). آن دسته از ذخایر ماهی که تنها داده‌های فراوانی طولی برای آنها در دسترس هست به عنوان ذخایر با داده‌های ناچیز (data-poor) طبقه‌بندی شده که نیازمند مجموعه خاصی از مدل‌های ارزیابی می‌باشند (ICES 2012). در چنین شرایطی استفاده از بسته‌ی (TropFishR) می‌تواند مفید می‌باشد. در این بسته‌ی نرم‌افزاری روش‌های سنتی ارزیابی ذخایر با استفاده از داده‌های طولی و وزنی با رویکردهای آماری پیشرفته ادغام شده است. علاوه بر بسته‌ی (TropFishR)، بسته‌های نرم‌افزاری دیگری که مبتنی بر داده‌های سنی هستند مانند بسته (fishmethods) که توسط (Nelson 2016) و بسته (FSA) که توسط (Ogle 2016) توسعه یافته است هم در نرم‌افزار R وجود دارد. حفظ ذخایر یک اصل مورد تاکید جهانی و یک معیار کلیدی در پایداری بهره‌برداری از تمام منابع آبی است. تلاش تمام مدیران شیلاتی بروی دسترسی به تامین غذای کافی و مطمئن از منابع طبیعی و تامین نیاز جوامع بشری، با در نظر گرفتن میزان بهره‌برداری مجاز و صحیح از آنها متمرکز شده است. شناخت منابع و ذخایر مورد بهره‌برداری آبریان به جهت برنامه‌ریزی‌های مدیریتی، اقتصادی و پویایی‌شناسی آبریان دارای اهمیت است بنابراین بدون شناخت علمی و دقیق منابع و ذخایر آبریان برنامه‌ریزی‌های مدیریتی عملاً موفقیت آمیز نخواهد بود (FAO, 1997). علاوه بر این پارامترهای پویایی جمعیت زیر بنای مدل‌های تجزیه و تحلیلی در بحث ارزیابی ذخایر هستند و با محاسبه آنها می‌توان اطلاعات دقیقی در مورد ذخایر به دست آورد (Sparre and Venema, 1998). مطالعه پویایی جمعیت آبریان یکی از مبانی اصلی بررسی بیولوژیکی ماهیان بوده و کاربرد اکولوژیکی دارد (Lee and Robert, 2002). با توجه به اینکه ماهی‌ها از ارزش غذایی بالایی برخوردار بوده و نقش مهمی در تامین غذا جوامع دارند برداشت بهینه از این منابع نیازمند شناخت بیشتر این آبریان در زمینه خصوصیات زیستی (تغذیه، تولید مثل و...) و پارامترهای پویایی جمعیت است بنابراین مطالعات بیولوژیکی و ارزیابی ذخایر این ماهی به منظور اعمال مدیریت صحیح در صیادی و تکثیر و پرورش و تعیین سطح پایدار بهره‌برداری ضروری به نظر می‌رسد. گونه سارم دهان بزرگ در آبهای لب شور ساحلی مثل خور و مصب، مانگرو (Salini et al., 1998; Chong et al., 1990; Hoese et al., 2006) و صخره‌های مرجانی (Letourneur et al., 2004) یافت می‌شود. از نظر جغرافیای زیستی در منطقه هند-آرام (Indo-Pacific) که شامل آب‌های اقیانوس هند، غرب و مرکز اقیانوس آرام و دریاهای مرتبط میان این دو اقیانوس است یافت می‌شود. حداکثر طول آن ۱۲۰ سانتی‌متر (به طور معمول بیش از ۹۰ سانتی‌متر) و بیشترین وزن گزارش شده ۱۶ کیلوگرم است (Froese and Pauly., 2020). سطح تغذیه (Trophic level)، این گونه در خور نورمن (واقع در استرالیا)، در حدود 4.5 در سال گزارش شده است (Salini et al., 1998). طول در اولین بلوغ (Lm) این گونه در آبهای شمال غربی خلیج فارس 50 و 55.3 سانتی‌متر گزارش شده است (Masoomizadeh et al., 2014 and 2018). اندازه‌گیری طول و وزن ماهیان در بررسی‌های مختلف زیست‌شناسی استفاده می‌شود. معمولاً طول کل به‌طور تنگاتنگی با برخی ضریب‌ها همچون وزن، سن، مرگومیر و غیره بستگی دارد و همچنین ارتباط طول و وزن در تمام گونه‌ها وجود دارد؛ زیرا در برخی از مراحل ارزیابی ذخایر، طول ماهی نسبت به وزن ماهی تغییر می‌کند (Biswas, 1993). محاسبه ضرایب طول بی‌نهایت (L ∞) و نرخ رشد (K) نقش مهم دیگری را در تعیین پارامترهای پویایی جمعیت یک‌گونه دارد و از طرف دیگر، شناخت اولیه زیستی و مطالعات انجام‌گرفته در خصوص آبریان تا حدود زیادی بر دقت محاسبات می‌افزایند (Pauly, 1980).

از آنجاکه گیش ماهیان از جمله ماهیان تجاری مهم در منطقه خلیج فارس و دریای عمان هستند، لذا شناسایی جنبه‌های زیستی آن از قبیل پارامترهای رشد و مرگومیر، فصل بلوغ، ضریب رشد، کلاس‌های طولی مورد بهره‌برداری، فصل تخم‌ریزی و رژیم غذایی به‌منظور مدیریت بهینه و یکپارچه بر این ذخایر در راستای دست یافتن به صید پایدار ضروری به نظر می‌رسد. اطلاعات حاصل از این یافته‌ها می‌توانند در ارائه‌ی برخی از راهکارهای مدیریتی به مدیران شیلاتی، از قبیل ممنوعیت صید در فصول تخم‌ریزی و همچنین افزایش یا کاهش صید با توجه به ضریب بهره‌برداری

محاسبه‌شده کارآمد باشد. همچنین از یافته‌های این تحقیق می‌توان در مدیریت ادوات صید گوشگیرهای این‌گونه موجود در استان در راستای استانداردسازی صید با توجه به طول بلوغ این‌گونه استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

در این بررسی، نمونه برداری به صورت ماهیانه از اردی‌بهشت ۱۳۹۹ تا دی ۱۳۹۹ (۲۰۲۰ میلادی) از صید تجاری تخلیه شده در ایستگاه‌های صیادی استان‌های خوزستان (ایستگاه‌های تخلیه سجافی و چوئیده) انجام و در مجموع ۱۰۷۰ نمونه ماهی سارم دهان بزرگ زیست‌سنجی شد. برای محاسبه رابطه طول و وزن (Length-Weigh Relationship) از معادله $(W = aL^b)$ استفاده شد. در این معادله W ، وزن ماهی به گرم، L طول ماهی به سانتی متر، a ضریب ثابت یا فاکتور افزایشنده و b توان طول یا عامل رشد است و جهت برآورد مقادیر a و b از رگرسیون خطی مقادیر لگاریتمی دو متغیر طول و وزن استفاده شد (King., 1995). شاخص وضعیت (condition factor) یا شاخص فولتون (Fulton's condition factor) به اختصار (K) با استفاده از معادله $(K = 100 \frac{W}{L^3})$ ، شاخص وضعیت نسبی (K_{rel}) بر اساس معادله لی کرن ($K_{rel} = \frac{W}{aL^b}$) و میانگین شاخص وضعیت (K_{mean}) بر اساس معادله کلارک ($K_{mean} = 100aL^{b-3}$) برآورد شد (Froese, 2006).

در این بررسی از معادله رشد ساده (VBGF) و فصلی (soVBGF) برتالانفی و جهت تخمین ضرایب معادله از الگوریتم بهینه‌سازی نوین (ELEFAN_SA) و (ELEFAN_GA) در بسته (TropFishR version 1.6.2) استفاده شد (Mildenberger et al., 2019). شکل فصلی معادله برتالانفی (soVBGF) به صورت $(L_t = L_{\infty}(1 - \exp(-K(t - t_0) + S(t) - S(t_0))))$ بوده که در آن (L_{∞}, K, t_0) پارامترهای رشد جمعیت و $(S(t) = (CK/2\pi) \sin 2\pi(t - t_s))$ است. در این عبارت جبری (C) و (t_s) به ترتیب نوسانات رشد فصلی و بیشینه نقطه رشد تابستانی را نشان می‌دهد. همچنین در این روش برآورد جهت تخمین نقطه شروع کوهورت‌ها (یا کسری از سال که در آن $(L=0 \text{ cm})$ است)، پارامتر (t_{anchor}) جایگزین (t_0) در معادله رشد شده است (Taylor and Mildenberger., 2017). در پردازش اولیه داده‌ها جهت بازسازی نماهای از دست رفته، مقدار فاصله دسته‌های طولی (Bins) بین ۱ تا ۵ و میانگین متحرک (MA) آن ۳، ۵ و ۷ در نظر گرفته شد. بهترین تنظیمات (Bin) و (MA) بر اساس امتیاز تابع برازش (FV) منحنی رشد انتخاب شد، که برای داده‌های این مطالعه به ترتیب ۳ و ۷ در نظر گرفته شد. جهت تخمین اولیه مقادیر پارامترهای رشد (یا شرایط خاتمه الگوریتم محاسباتی)، غیر از روش‌های موجود در بسته (TropFishR) از معادلات تجربی ارائه شده توسط (Froese and Binohlan, 2000) نیز استفاده شد. پس از برآورد پارامترهای رشد، برای محاسبه شاخص عملکرد رشد ($\dot{O}$) از معادله $(\dot{O} = \log K + 2 \log L_{\infty})$ استفاده شد (Sparre and Venema, 1998). نرخ مرگ و میر کل (Z)، انتخاب پذیری ادوات صید و نیز (L_{50}) از طریق تبدیل فراوانی طولی به منحنی خطی صید (LCCC) و نرخ مرگ و میر طبیعی (M) از معادله تجربی پائولی (Pauly) با ضریب اصلاح، معادله هونینگ (Hoenig) بر اساس (t_{max}) و معادله جدید دن (Then et al., 2015) استفاده شد (Taylor and Mildenberger., 2017). برای محاسبه نقاط مرجع زیستی ($F_{0.1}, F_{0.5}, F_{max}, E_{0.1}, E_{0.5}, E_{max}$) جهت مدیریت ذخیره از مدل تامپسون و بل (Thompson and Bell model) موجود در بسته (TropFishR) و نیز معادلات $(F_{opt}=0.5M)$ و $(F_{limit}=2/3M)$ استفاده شد (Patterson, 1992). جهت تجزیه و تحلیل آماری و ترسیم گراف‌ها از نرم‌افزار R 4.0 (R Core Team., 2020) با بسته‌ی (TropFishR)، استفاده شد (Taylor and Mildenberger., 2017). همچنین ترسیم برخی نمودارها (رابطه طول و وزن) با استفاده از نرم‌افزار (Minitab 19) انجام شد. تمامی محاسبات با سیستم (ZBook 17 G5 Mobile Workstation) انجام گردید.

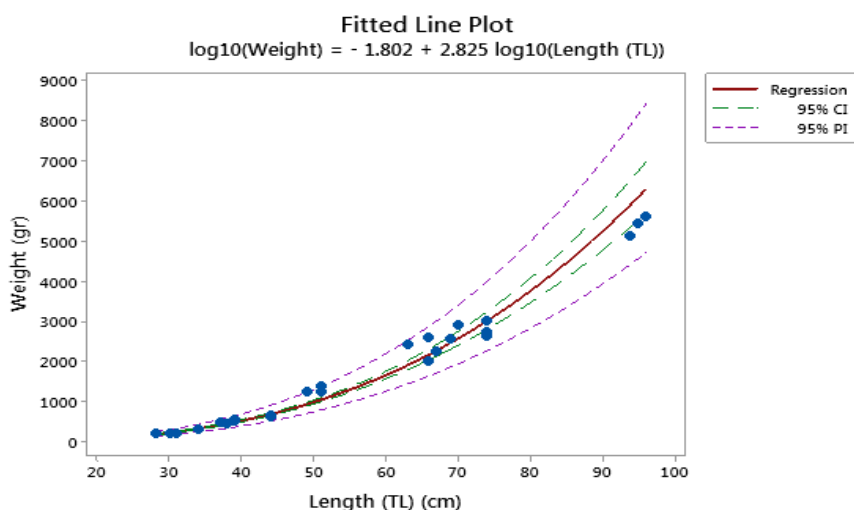
نتایج

دامنه طولی مشاهدات برحسب طول چنگالی ۲۸-۸۲ سانتی‌متر با میانگین $54/9 \pm 4/8$ سانتی‌متر بود. نتایج برآورد رابطه طول و وزن و شاخص وضعیت، شاخص وضعیت نسبی و میانگین شاخص وضعیت در جدول ۱ آمده است.

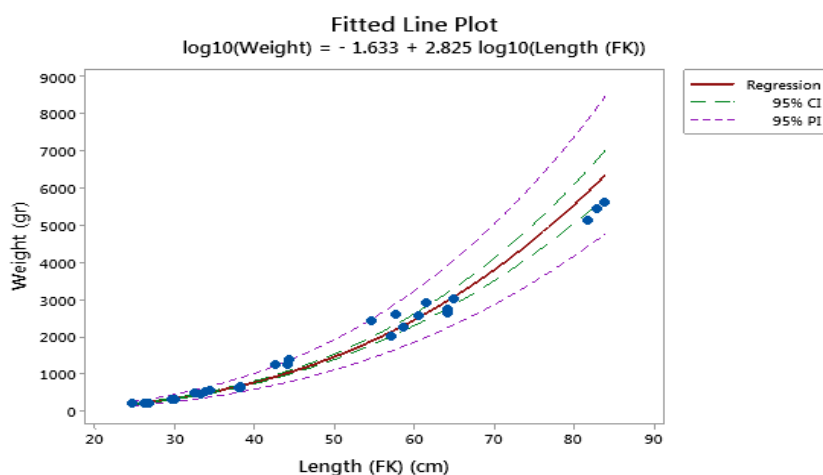
جدول ۱: ضرایب رابطه طول و وزن (a,b) و شاخص وضعیت، وضعیت نسبی و میانگین شاخص وضعیت جمعیت سارم دهان بزرگ در شمال غربی خلیج فارس

Coefficient	Estimate	SEM	95% Confidence interval	R ²
a	0.02326	0.2458	0.01406 - 0.03848	0.99
b	2.8254	0.0647	2.693 - 2.958	
K	2.22	0.46	2.17 - 2.37	
K _{mean}	1.21	0.016	1.173 - 1.24	
K _{rel}	0.99	0.02	0.95 - 1.036	

رابطه لگاریتمی وزن کل با طول کل (TL) به صورت $(\log_{10}(W) = -1.802 + 2.825 \log_{10}(TL))$ و رابطه لگاریتمی وزن کل با طول چنگالی (FK) به صورت $(\log_{10}(W) = -1.633 + 2.825 \log_{10}(FK))$ ، رابطه بین طول کل با طول چنگالی به صورت $(TL = 0.1110 + 1.145 FK)$ در برآورد شد (شکل ۱ تا ۲).

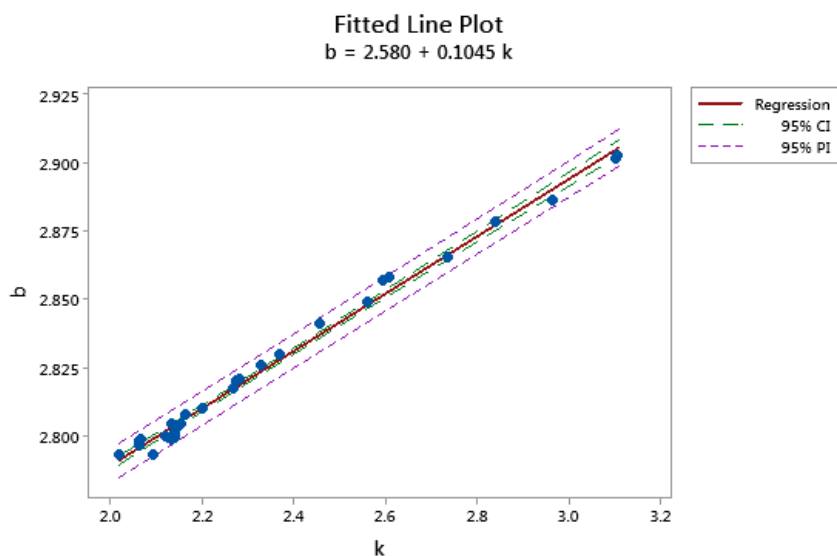


شکل ۱: رابطه طول کل (TL) با وزن کل جمعیت سارم دهان بزرگ در شمال غربی خلیج فارس



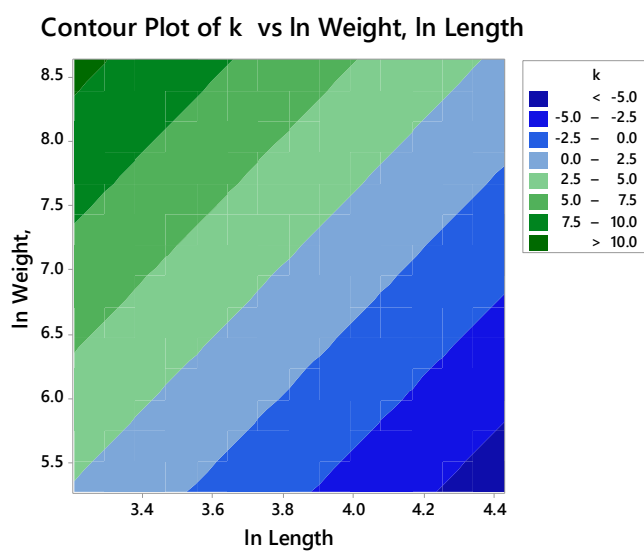
شکل ۲: رابطه طول چنگالی (FK) با وزن کل جمعیت سارم دهان بزرگ در شمال غربی خلیج فارس

رابطه خطی دو شاخص وضعیت (K) و ضریب (b) در شکل ۳ نشان داده شده است.



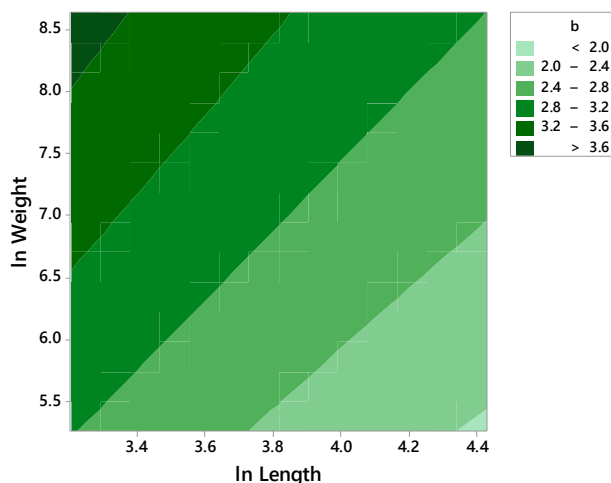
شکل ۳: رابطه خطی بین شاخص وضعیت (K) و ضریب (b)

نمودار کانتور دو بعدی ارتباط بین شاخص وضعیت (K) و ضریب (b) با لگاریتم طبیعی وزن و طول در شکل ۴ و ۵ نشان داده شده است.



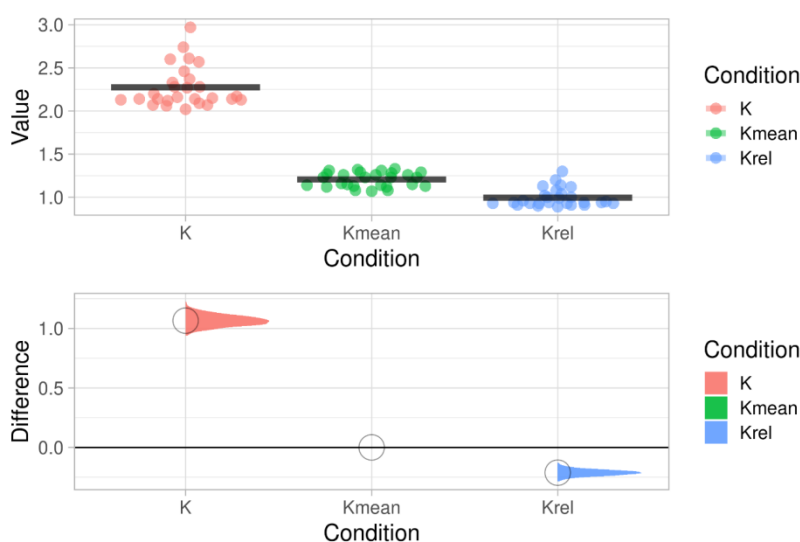
شکل ۴: نمودار کانتور دو بعدی ارتباط بین شاخص وضعیت (K) با لگاریتم طبیعی وزن و طول جمعیت ماهی سارم دهان بزرگ

Contour Plot of b vs $\ln$ Weight, $\ln$ Length



شکل ۵: نمودار کانتور دو بعدی ارتباط بین ضریب (b) با لگاریتم طبیعی وزن و طول جمعیت ماهی سارم دهان بزرگ

مقایسه شاخص وضعیت (K)، شاخص وضعیت نسبی (K_{rel}) با میانگین شاخص وضعیت (K_{mean}) در شکل ۶ نمایش داده شده است.



شکل ۶: مقایسه شاخص وضعیت (K)، شاخص وضعیت نسبی (K_{rel}) با میانگین شاخص وضعیت (K_{mean}) جمعیت سارم دهان بزرگ در شمال غربی خلیج فارس

نتایج تخمین پارامترهای معادله رشد فصلی برتالانفی (soVBGF) برای جمعیت سارم دهان بزرگ بر اساس روش (ELEFAN_GA) در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲: ضرایب رشد معادله فصلی برتالانفی برای جمعیت سارم دهان بزرگ در شمال غربی خلیج فارس

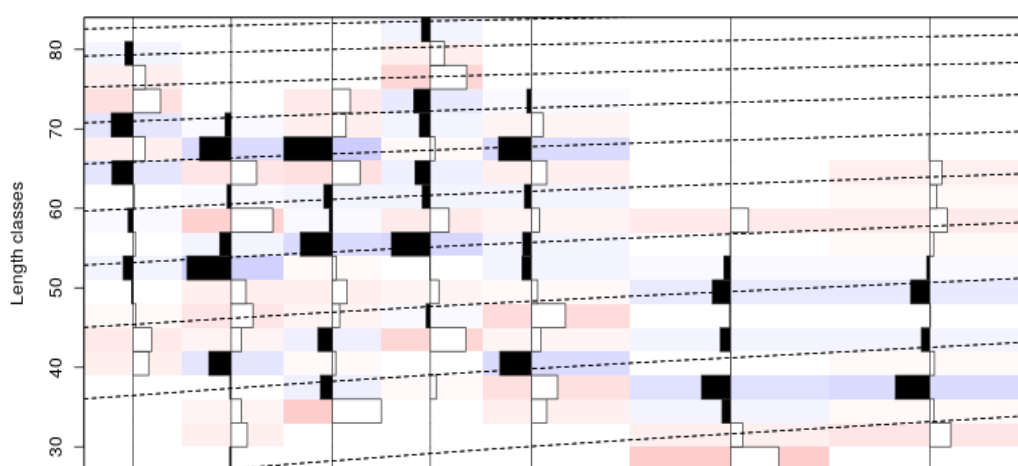
L_{inf}	K	t_a	C	t_s	ϕ	R_n
105.4	0.14	0.23	0.12	0.3	3.2	0.465

نتایج تخمین پارامترهای معادله رشد غیر فصلی برتالانفی (VBGF) بر اساس روش (ELEFAN) و (RS) در جدول ۳ آمده است.

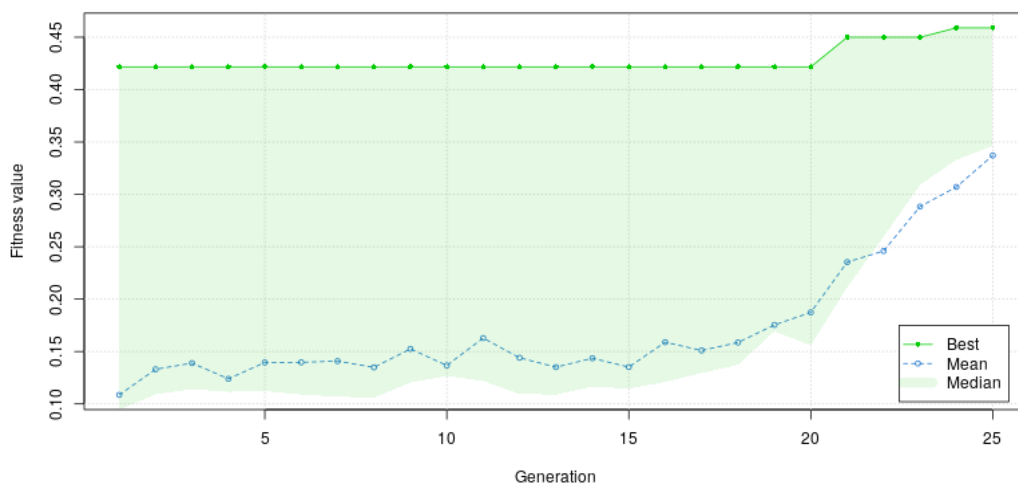
جدول ۳: ضرایب رشد معادله غیرفصلی بر تالانفی برای جمعیت سارم دهان بزرگ در شمال غربی خلیج فارس

L_{inf}	K	t_0	ϕ	Rn
98.5_117.5	0.19_0.27	-0.45_-0.92	3.1_3.6	0.298_0.648

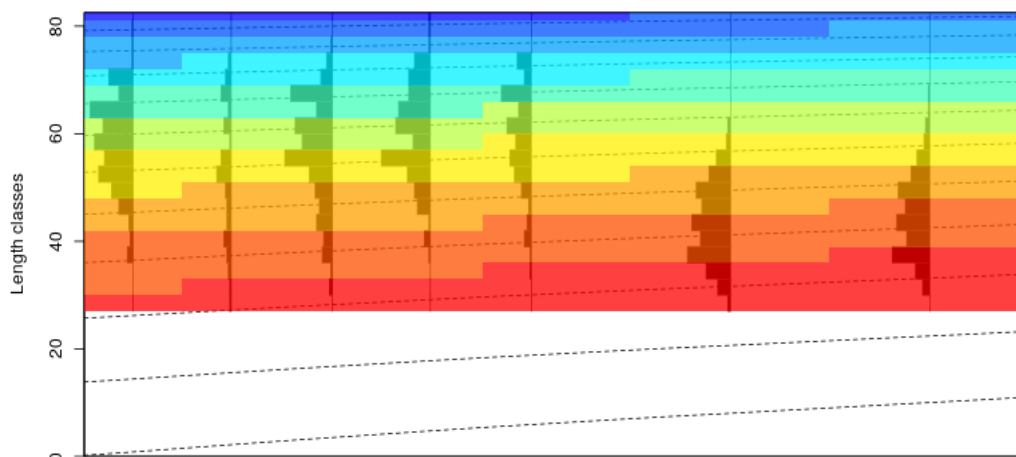
برازش منحنی رشد بر توزیع فراوانی طولی جمعیت در شکل ۷ (bin size=3, MA=5)، مقدار بیشینه امتیازدهی بین طول بی‌نهایت و ضریب رشد در شکل ۸ و توزیع کوهورت‌های شناسایی شده بر ساختار طولی جمعیت در شکل ۹ نشان داده شده است.



شکل ۷: برازش منحنی رشد بر توزیع فراوانی طولی جمعیت سارم دهان بزرگ در شمال غربی خلیج فارس



شکل ۸: مقدار بیشینه امتیازدهی بین طول بی‌نهایت و ضریب رشد معادله برازش شده ($Rn=0.46$)



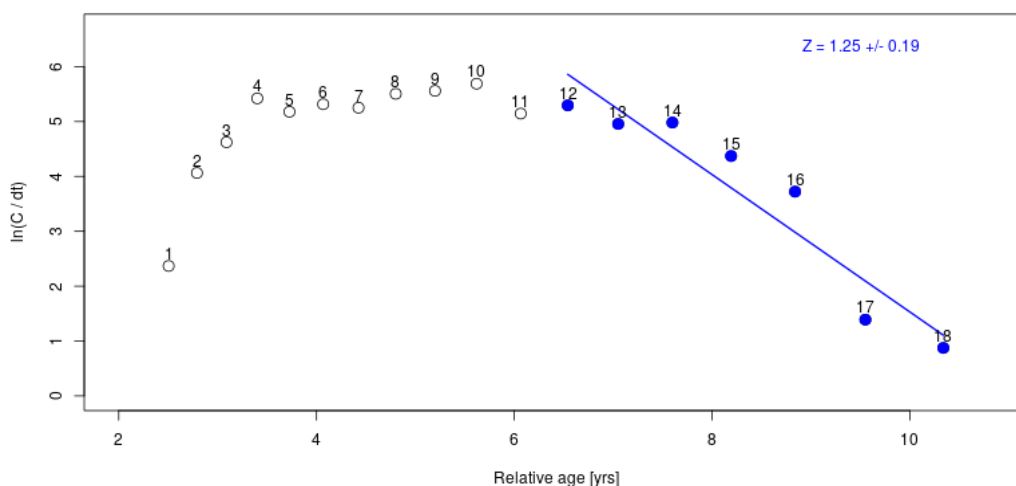
شکل ۹: توزیع کوهورت‌های شناسایی شده بر ساختار طولی جمعیت سارم دهان بزرگ در شمال غربی خلیج فارس

نتایج تخمین ضرایب مرگ و میر و نرخ بهره برداری (Z, F, M, E) و نقاط مرجع‌زیستی برآورد شده بر اساس مدل تولید به ازای بازسازی تامپسون و بل (YPR) و مقادیر (F_{opt}, F_{limit}) و ($F_{0.1}, F_{0.5}, F_{max}, E_{0.1}, E_{0.5}, E_{max}$) در جدول ۴ آمده است.

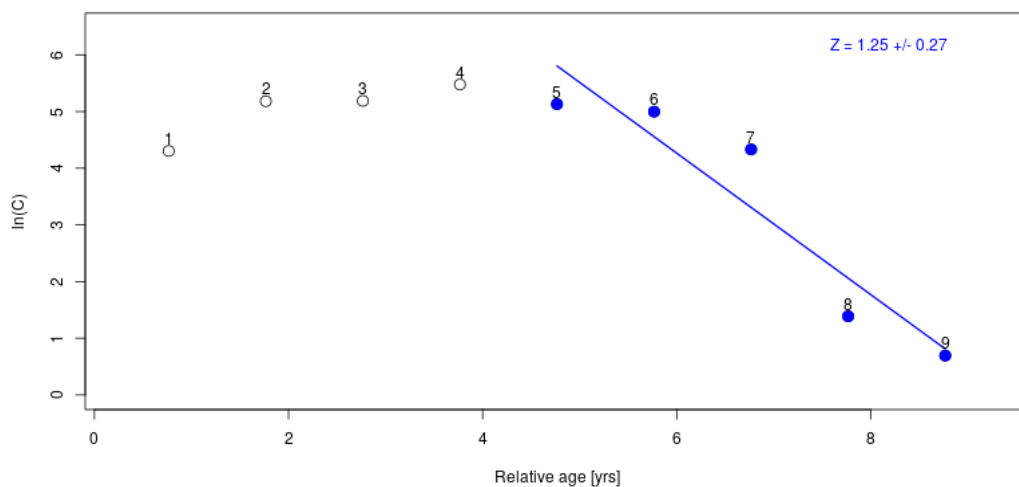
جدول ۴: ضرایب مرگ و میر، نرخ بهره‌برداری و نقاط مرجع‌زیستی برای جمعیت سارم دهان بزرگ در شمال غربی خلیج فارس

Z	M	F	E	$F_{0.1}$	$F_{0.5}$	F_{max}	$E_{0.1}$	$E_{0.5}$	E_{max}	F_{opt}	F_{limit}
1.064	0.209	1.043	0.833	0.204	0.163	0.408	0.494	0.439	0.661	0.105	0.139

منحنی خطی صید (LCCC) و منحنی خطی صید تبدیل شده از داده‌های طولی به سنی جهت برآورد نرخ مرگ و میر کل (Z) در شکل ۱۰ و ۱۱ آمده است.

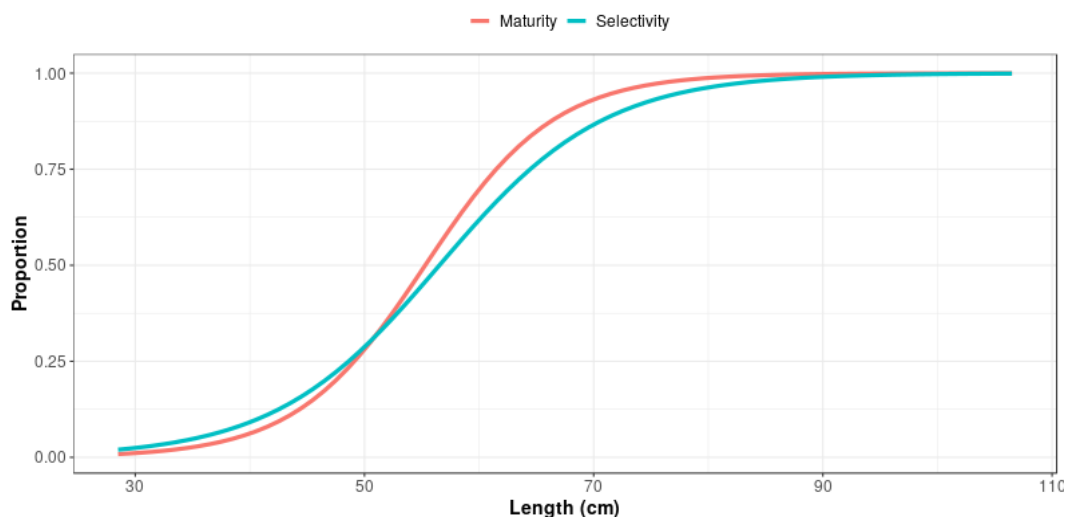


شکل ۱۰: منحنی خطی صید (LCCC)

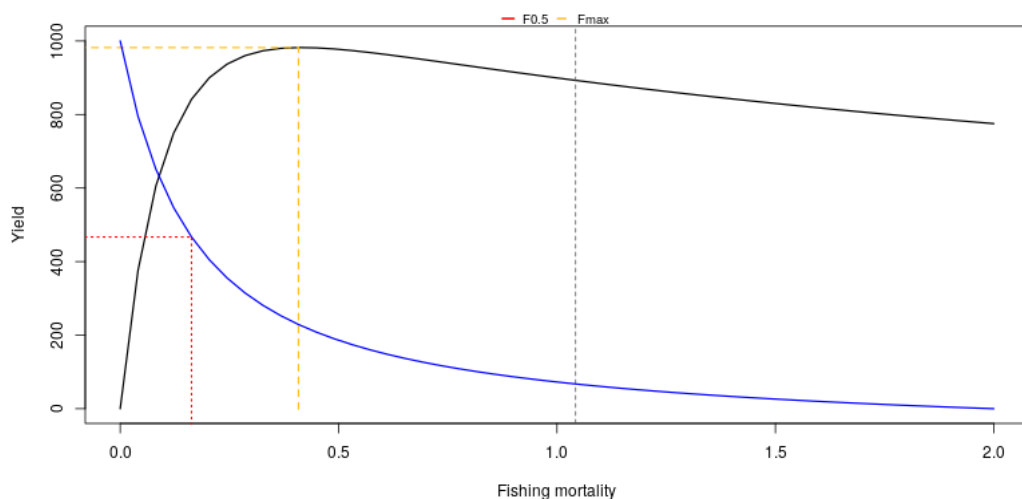


شکل ۱۱: منحنی خطی صید (تبدیل شده از داده‌های طولی به سنی)

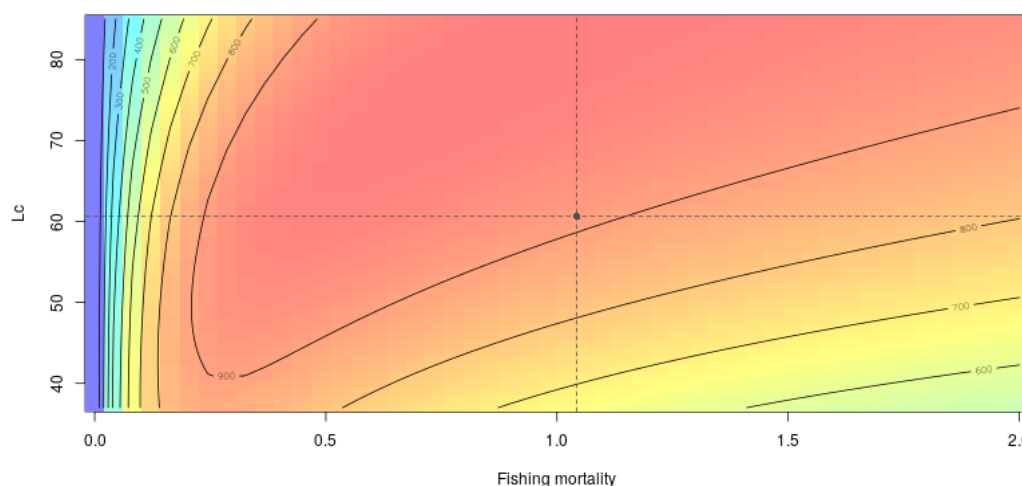
طول بلوغ بر اساس مقدار (L_{inf}) برابر با $(L_m=54.8 \text{ Cm})$ و سن بلوغ بر اساس معکوس معادله برتالانفی برابر با $(t_m=5.24 \text{ years})$ برآورد شده است. بر اساس منحنی خطی صید مقدار (L_{50}) و (L_{75}) به ترتیب برابر با (60.6) و (64.1) سانتی‌متر برآورد شده است (شکل ۱۲). نمودار نتایج حاصل از مدل تامپسون و بل در اشکال ۱۳ و ۱۴ نشان داده شده است.



شکل ۱۲: منحنی انتخاب پذیری ادوات صید (L_c) و طول در اولین بلوغ جنسی (L_m)



شکل ۱۳: نمودار محصول به ازای بازسازی (خط چین قرمز و نارنجی ترتیب $F_{0.5}$ و F_{max}) و خط سیاه نشان‌دهنده عملکرد فعلی می‌باشد



شکل ۱۴: نمودار ایروپلت محصول به ازای بازسازی

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعات پیشین انجام شده در سواحل خوزستان، مقدار ضریب b این گونه به تفکیک گروه‌های طولی مختلف در دامنه (2.6-3.3) و به تفکیک فصل در دامنه (2.74-2.98) با میانگین سالیانه (2.91) و نیز تغییرات فصلی شاخص وضعیت در دامنه (1.2-2.9) با میانگین (1.97) گزارش شده است (Masoomizadeh et al., 2018). رابطه مستقیمی بین افزایش و کاهش وزن و طول با شاخص وضعیت (k) و ضریب (b) وجود دارد. با افزایش مقدار وزن جمعیت، شاخص وضعیت (k) و ضریب (b) به طور نسبی افزایش پیدا می‌کند ولی با افزایش طول، شاخص وضعیت (k) و ضریب (b) کاهش نسبی را نشان می‌دهد. الگوی رشد الوتریک منفی (negatively allometric) برای این گونه در آبهای هند (Roul et al., 2020)، برای جنس نر و ماده این گونه در آبهای شمال غربی خلیج فارس (Masoomizadeh et al., 2018) و نیز در دریای عمان (Panahwar et al., 2014) و استرالیا (Griffiths et al., 2005) نیز گزارش شده است. هنگامی که ($b < 3$) باشد رشد طولی گونه سریعتر از رشد وزنی آن است (Karachle and Stergiou, 2012). در آبهای سواحل هرمزگان (Yahyavi et al., 2018)

و سواحل سیستان و بلوچستان (Taghavi Motlagh et al., 2005) الگوی رشد ایزومتریک و در آبهای ساحلی کنیا (Mbaru et al., 2010) الگوی رشد به صورت آلومتریک مثبت گزارش شده است.

جدول ۵: ضرایب رابطه طول و وزن (a,b) سارم دهان بزرگ در مطالعات پیشین

Length Range (cm)	a	b	Location	Reference
23-92		2.79	Australia	Griffiths et al., 2005
18-111	0.014	2.93	Iran	Taghavi Motlagh et al., 2005
21.5-96		3.63	Kenyan	Mbaru et al., 2010
18-130	0.011	2.88	Pakistan	Panhwar et al., 2014
	0.015	2.90	Iran	Yahyavi et al., 2018
8.6-96.9		2.91	Iran	Masoomizadeh et al., 2018
13-122	0.013	2.85	India	Roul et al., 2020

روش جدیدی که از سال ۲۰۱۷ به بعد برای ارزیابی ذخایر ماهیان گرمسیری بر اساس تجزیه و تحلیل فراوانی طولی (LFQ) خصوصاً زمانی که با کمبود داده‌ها مواجهه هستیم، توسعه یافته است، استفاده از از بسته (TropFishR) در نرم‌افزار محاسباتی (R) می‌باشد (R Core Team., 2020). این بسته نسخه ارتقاء یافته نرم‌افزار (FiSAT II) است (FAO, 2006) که در آن از الگوریتم آنلینگ شبیه‌سازی شده (SA) - که یک الگوریتم بهینه‌سازی فراابتکاری است - و الگوریتم ژنتیک (GA) - که از انواع الگوریتم‌های تکاملی محسوب می‌شود - برای بهینه‌سازی مدل رشد و پیش‌بینی الگوی آن در روش محاسباتی (ELEFAN) استفاده شده است. از آنجایی که روش‌های جدید بهینه‌سازی محاسبات زیستی بر پایه زبان‌های برنامه نویسی (R, Python, and C++) است لذا هنوز به طور گسترده مورد استفاده کارشناسان و پژوهشگران قرار نگرفته است با این حال اخیراً در مطالعه جمعیت (*Pterois volitans*) در سواحل کلمبیا (Bustos Montes et al., 2020)، بررسی رشد و دینامیک جمعیت سه گونه عروس دریایی در تالاب‌های ساحلی اسپانیا (Fernández-Alías et al., 2020) و نیز تخمین ضرایب رشد جمعیت (*Isostichopus fuscus*) در گالاپاگوس (Ramirez-González et al., 2020) از بسته (TropFishR) استفاده شده است.

در این بررسی فراوانی طولی ۱۰۷۰ نمونه در فاصله دسته ۳ تا ۵ مورد بررسی قرار گرفت. در مطالعات دیگر ۱۰۰۳ نمونه با فاصله دسته ۱۰ سانتی‌متر (Panhwar et al., 2014)، ۲۵۳۰ نمونه با فاصله دسته ۲ سانتی‌متر (Taghavi Motlagh et al., 2005)، ۵۱۲ نمونه جهت تعیین سن مستقیم (Griffiths et al., 2005) مورد استفاده قرار گرفته است. حداکثر طول مشاهدات فعلی ($L_{max}=82$ Cm) با جمعیت مورد مطالعه در استرالیا ($L_{max}=92$ Cm) حدود ۱۱٪ اختلاف دارد (Griffiths et al., 2005) ولی مقدار طول بی‌نهایت بیش از ۲۴٪ اختلاف دارد و کمتر است. مقدار (L_{inf}) با مطالعات (Taghavi Motlagh et al., 2005) و (Panhwar et al., 2014) به ترتیب بیش از ۱۳٪ و حدود ۲۳٪ اختلاف دارد (جدول ۶).

جدول ۶: ضرایب معادله رشد سارم دهان بزرگ در مطالعات پیشین

L_{∞} (cm)	k (year ⁻¹)	t_0	ϕ'	Location	Reference
140	0.10	-1.21	3.2	Australia	Griffiths et al., 2005
122	0.37	-0.3	3.7	Iran	Taghavi Motlagh et al., 2005
136.5	0.25	-0.139	3.6	Pakistan	Panhwar et al., 2014

تفاوت مقادیر (L_{inf}) عمدتاً به دلیل دامنه طولی مشاهدات و نیز روش برآورد پارامترهای رشد می‌باشد. مقدار (L_{max}) در مشاهدات فعلی بین ۱۱ تا ۱۵ درصد نسبت به سال‌های پیش کاهش داشته است. با توجه به مقادیر (t_0) و (K) منحنی رشد جمعیت ماهی سارم در گزارشات پیشین، به نظر می‌رسد در مراحل اولیه زندگی سرعت رشد نسبتاً بالا بوده و سپس به شکل قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. در این بررسی برآورد پارامتر (t_{anchor}) جهت تجزیه و تحلیل کوهورت‌ها مورد استفاده قرار گرفت. اهمیت این پارامتر در برآورد مقدار ($F_{terminal}$) در مدل تامپسون و بل است.

تجزیه و تحلیل کوهورت‌های جمعیت با توجه به کمبود و نبود نمونه جهت بیومتری در برخی از ماه‌ها همراه با فاکتور اصلاحی انجام شده است. طبق گزارشات پیشین این گونه به ندرت در منطقه شمال غربی خلیج فارس یافت می‌شود و فراوانی آن در منطقه کم است (Ziyadi et al., 2018; Wright, 1988).

با توجه به مطالعات پیشین در منطقه طول در اولین بلوغ جنسی در دامنه ($L_m=50\text{--}55.3\text{ Cm}$) قرار دارد (Masoomizadeh et al., 2014 and 2018) که بر این اساس سن بلوغ جنسی ($t_m=4.59\text{--}5.27\text{ years}$) تخمین زده می‌شود. طول بلوغ بر اساس مقدار (L_{inf}) و معادله تجربی (Froese and Binohlan, 2000) برابر با ($L_m=54.8\text{ Cm}$) و سن بلوغ بر اساس معکوس معادله برتالانی برابر با ($t_m=5.24\text{ years}$) برآورد شده است. در استرالیا طول در اولین بلوغ جنسی ماده ۶۳ سانتی‌متر (بین ۴ تا ۵ سالگی) و زمان تخم‌ریزی از مرداد تا اسفند (آگوست تا مارچ) گزارش شده است (Bray, 2020). زمان تخم‌ریزی در خلیج فارس بین اسفند و خرداد (مارچ و جون) اعلام شده است (Smith-Vaniz and Williams, 2016). در شمال دریای عربی طول بلوغ جنسی ۳۵ و ۳۹ سانتی‌متر به ترتیب برای جنس نر و ماده و سن بلوغ برابر با ($t_m=4.4\text{ years}$) برآورد شده و زمان تخم‌ریزی از آبان تا بهمن و نیز در خرداد ماه مشاهده شده است (Qamar et al., 2020). در گزارش (Griffiths et al., 2005) طول بلوغ جنسی (L_m) ۶۳۵ میلی‌متر و طول انتخابی ادوات صید (L_{50}) برابر ۶۴۹ میلی‌متر (۵ سالگی) یا ۴۵ درصد طول بی‌نهایت برآورد شده است.

حداکثر عمر این گونه بر اساس ۹۵٪ حداکثر طول (L_{max}) مشاهدات در نمونه برداری شده ($t_{max}=10.75\text{ years}$) سال و بر اساس ۹۵٪ طول بی‌نهایت (L_{inf}) برابر ($t_{max}=21.4\text{ years}$) سال تخمین زده شد. مقدار تئوری (t_{max}) برآورد شده با حداکثر سن برآورد شده در نمودار (LCCC) برابری می‌کند. حداکثر عمر جمعیت بر اساس سن در اولین بلوغ (t_m) و معادله تجربی (Froese and Binohlan, 2000) برابر با ($t_{max}=17.3\text{ years}$) تخمین زده شد. مقدار (t_{max}) مشاهدات در استرالیا ($t_{max}=11\text{ years}$) گزارش شده است (Griffiths et al., 2005). طول عمر این گونه در سواحل سیستان و بلوچستان برابر با ($t_{max}=7.8\text{ years}$) تخمین زده شده است. در همین مطالعه ۵ گروه سنی نیز در ترکیب صید تشخیص داده شده است (Taghavi Motlagh et al., 2005). در در شمال دریای عربی حداکثر عمر این گونه ($t_{max}=11.8\text{ years}$) برآورد شده است (Qamar et al., 2020) (جدول ۷).

جدول ۷: ضرایب مرگ و میر سارم دهان بزرگ در مطالعات پیشین

M (year ⁻¹)	Z (year ⁻¹)	F (year ⁻¹)	E (year ⁻¹)	Reference
0.16-0.42	0.643	0.38-0.48	0.59-0.75	Griffiths et al., 2005
0.6	1.49-1.58	0.89	0.59	Taghavi Motlagh et al., 2005
0.40	1.17	0.76	0.41	Panhwar et al, 2014

نرخ مرگ و میر طبیعی (M) برآورد شده بر اساس معادله پائولی (Pauly, 1980) و دمای (23.5 °C) برابر با (0.32 year^{-1}) و با ضریب اصلاحی برابر با (0.25 year^{-1}) برآورد شد. بر اساس معادله جنسن (Jensen, 1996) این مقدار برابر با (0.21 year^{-1}) و بر اساس معادله هوئیگ (Hoenig, 1983) برابر با ($0.30\text{--}0.55\text{ year}^{-1}$) تخمین زده شد. در نهایت از نرخ مرگ و میر طبیعی (M) برآورد شده بر اساس معادله جدید دن (Then et al., 2015) در معادله (YPR) برای تعیین نقاط مرجع زیستی استفاده شد. نرخ مرگ و میر طبیعی (M) در گزارش (Griffiths et al., 2005)، بر حسب نوع محاسبه در دامنه (0.16-0.42) قرار دارد که کمترین مقدار آن براساس معادله جنسن (Jensen, 1996) و بیشینه آن براساس (t_{max}) و معادله هوئیگ (Hoenig, 1983) است. مقدار (M) براساس پارامترهای رشد (معادله پائولی) برابر با (0.26) حساب شده است. در این مطالعه نیز حداقل و حداکثر مقادیر مرگ و میر طبیعی (M) به ترتیب بر اساس معادلات جنسن (Jensen, 1996) و معادله هوئیگ (Hoenig, 1983) است. در این مطالعه در صورت استفاده از (t_{max}) جمعیت (و نه حداکثر سن در نمونه‌برداری)، مقدار مرگ و میر طبیعی بر اساس معادله هوئیگ تقریباً برابر با نتیجه معادله تجربی پائولی می‌شود. در هر صورت به نظر می‌رسد نتایج هر دو معادله منجر به تخمین بیش از حد یا (overestimated) می‌شود. با توجه به اینکه کسر مرگ و میر کل (Z) از نرخ مرگ و میر طبیعی (M)

منجر به برآورد مرگ و میر صیادی (F) می‌شود لذا برآورد مقدار (M) تاثیر زیادی در نتایج مدیریتی یک ذخیره دارد. تفاوت در برآورد مقدار (M) و تخمین بیش از حد معادله هوئینگ برای جمعیت سارم دهان بزرگ در گزارش (Griffiths et al., 2005) نیز آمده است. مقدار مرگ و میر طبیعی (M) در گزارش (Taghavi Motlagh et al., 2005) و (Panhwar et al, 2014) بر اساس معادله تجربی پائولی (Pauly, 1980) به ترتیب (0.6 year^{-1}) و (0.4 year^{-1}) گزارش شده است.

تشخیص سطوحی از صید که منجر به میزان بیشتری از تولید (صید) شده و در عین حال صدمه جبران ناپذیر به ذخیره وارد نمی‌کند از اهمیت بسیاری برخوردار است. به این مقادیر صید یا تلاش صیادی و زیست‌توده بهره‌برداری شده که به عنوان یکی از اهداف مدیریت شیلاتی مورد استفاده قرار می‌گیرند نقاط مرجع زیستی (BRP) می‌گویند (Cadima, 2003). بر اساس برآورد $(F_{\max})$ و $(E_{\max})$ ، نرخ فشار صیادی (F) و ضریب بهره‌برداری (E) می‌بایست حداکثر ۶۱٪ و بیش از ۲۰٪ کاهش پیدا کند.

برای محاسبه نقاط مرجع زیستی جهت مدیریت ذخیره از معادلات $(F_{\text{opt}}=0.5M)$ و $(F_{\text{lim}}=2/3M)$ استفاده شد (Patterson, 1992) که این دو معادله پیش‌تر برای خانواده (Carangidae) و جنس (Scomberoides) استفاده شده است (Qamar et al., 2016).

References

1. Bray, D.J., 2020. *Scomberoides commersonnianus* in Fishes of Australia, accessed 31 Mar 2021, <http://136.154.202.208/home/species/1660>.
2. Bustos Montes, D., Sanjuan-Muñoz, A., Arturo, P., 2020. Growth parameters of the invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Colombian Caribbean. *Regional Studies in Marine Science*. 38. 101362. 10.1016/j.rsma.2020.101362.
3. Cadima, E.L., 2003. Fish stock assessment manual. FAO Fish. Tech. Pap. 393, FAO, Rome. p. 161.
4. Chong, V.C., A. Sasekumar, M.U.C. Leh and R. D'Cruz., 1990. The fish and prawn communities of a Malaysian coastal mangrove system, with comparisons to adjacent mud flats and inshore waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 31(5):703-722.
5. Fernández-Alías, A., Concepción, M., Jhoni, I., Sabah, S., Perez-Ruzafa, A., 2020. Population dynamics and growth in three scyphozoan jellyfishes, and their relationship with environmental conditions in a coastal lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 243. 106901. 10.1016/j.ecss.2020.106901.
6. Froese, R. and D. Pauly. Editors., 2020. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (12/2020).
7. Griffiths, S., Fry, G. and Velde, T., 2005. Age, growth and reproductive dynamics of the Talang queenfish (*Scomberoides commersonnianus*) in northern Australia. Final report to the National Oceans Office, CSIRO. 39P.
8. Hoese, D.F., D.J. Bray, J.R. Paxton and G.R. Allen., 2006. Fishes. In Beasley, O.L. and A. Wells (eds.) *Zoological Catalogue of Australia*. Volume 35 Australia: ABRS & CSIRO Publishing.
9. King, M. 1995. Fisheries biology, assessment and management. Fishing news book. Osney Mead. Oxford. 341 p.
10. Letourneur, Y., P. Chabanet, P. Durville, M. Taquet, E. Teissier, M. Parmentier, J.-C. Quéro and K. Pothin., 2004. An updated checklist of the marine fish fauna of Reunion Island, south-western Indian Ocean. *Cybio* 28(3):199-216.
11. Masoomizadeh, S.Z., Pazooki, J. and Valinassab, T., 2014. The investigation of food composition and the effects of season, sex, maturity and length on gastro-somatic index of Queenfish in the northwest of Persian Gulf Khuzestan waters. *Journal of Marine Biology*, 23, 69-80.

12. Masoomizadeh, S.Z., Pazooki, J. and Valinassab, T., 2018. Changes in length-weight relationship and condition factor of Talang queenfish (*Scomberoides commersonnianus*) in the north-west Persian Gulf. Iranian Journal of Fisheries Sciences 17 (1) 118-136. DOI: 10.22092/IJFS.2018.115589.
13. Mbaru, E.K., Mlewa, C.M. and Kimani, E.N., 2010. Length-weight relationship of 39 selected reef fishes in the Kenyan coastal artisanal fishery. Fisheries Research, 106, 567-569.
14. Mildenerberger, T.K., Tayilor, M.H., Wolff, M., 2019. Tropical fisheries analysis. R Package version 1.6.2 <https://github.com/tokami/TropFishR>.
15. Panhwar, Sh., Qamar, N. and Jahangir, Sh., 2014. Fishery and stock estimates of Talang queenfish, *Scomberoides commersonnianus* (Fam: Carangidae) from the Arabian sea coast of Pakistan. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 51(4), 1011-1016.
16. Patterson, K., 1992. Fisheries for small pelagic species: an empirical approach to management targets. Rev. Fish Biol. Fish., 2, 321-338.
17. Qamar, N., Panhwar, S., Wang, P., 2020. Reproduction, sexual maturity, and spawning ecology of Talang, *Scomberoides commersonnianus*, and Needlescaled queenfish, *Scomberoides tol* in Pakistan. IJFS; 19 (5) :2705-2719. URL: <http://jifro.ir/article-1-3706-en.html>
18. Qamar, N., Panhwar, S.K. Brouwer, S., 2016. Population characteristics and biological reference point estimates for two carangid fishes, *megalaspis cordyla* and *scomberoides tol*, in the northern arabian sea coast of Pakistan. 48. 869-874.
19. Ramirez-González, Jorge & Moity, Nicolas & Andrade Vera, Solange & Mackliff, Harry., 2020. Estimation of age and growth and mortality parameters of the sea cucumber *Isostichopus fuscus* (Ludwig, 1875) and implications for the management of its fishery in the Galapagos Marine Reserve. Aquaculture and Fisheries. 5. 10.1016/j.aaf.2020.01.002.
20. Roul, S.K., Akhil, A.R., Retheesh, T.B., Rajesh, K.M., Ganga, U, Abdussamad, E.M., Rohit, P., 2020. Length-Weight Relationships of Fifty Fish Species from Indian Waters. Thalassas 36, 309-314. <https://doi.org/10.1007/s41208-020-00223-x>
21. Salini, J.P., D.T. Brewer and S.J.M. Blaber., 1998. Dietary studies on the predatory fishes of the Norman River estuary, with particular reference to penaeid prawns. Estuar. Coast. Shelf-Sci. 46(6):837-847.
22. Smith-Vaniz, W.F. & Williams, I., 2016. *Scomberoides commersonnianus* (errata version published in 2017). The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T20434679A115380988. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T20434679A46664114.en>. Downloaded on 31 March 2021.
23. Sparre, P. and Venema, S. C. 1998. Introduction to tropical fish stock assessment, Part 1, Manual, F.A.O Fisheries technical paper No.306.1, Rev.1, Rome, F.A.O. 365 p.
24. Taghavi Motlagh, S.A., Seyfabadi, S.J., Hosseini, A. and Ahmadian Hosseini, Sh., 2005. Growth parameters and mortality rate of Talang queenfish, *Scomberoides commersonnianus*, in southeastern coastal water of Iran. Journal of Marine Science and Technology, 3(4), 9-16.
25. Taylor, M., Mildenerberger, T., 2017. Extending electronic length frequency analysis in R. Fisheries Management and Ecology. 24. 330-338. 10.1111/fme.12232.
26. Then, A. Y., J. M. Hoenig, N. G. Hall, D. A. Hewitt. 2015. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. ICESJ. Mar. Sci. 72: 82-92
27. Wright, J.M., 1988. Seasonal and spacial differences in the fish assemblage of the non-estuarine Sulaibikhat Bay, Kuwait. Mar. Biol. 100:13-20.

28. Yahyavi M, Parishani Heydarpoor L, Kamali E., 2018. Diet Composition of *Scomberoides commersonnianus* in the Coastal Waters of Hormozgan Province, Iran. *Journal of Fisheries Science and Technology*.;7(1):65-69.
29. Ziyadi, M.S.F., L.A. Jawad and M.A. Al-Mukhtar., 2018. *Halicampus zavorensis* Dawson, 1984 (Syngnathidae): new record for Iraqi marine waters and for the Arabian Gulf area. *Cah. Biol. Mar.* 59:121-126.