



## ارزیابی وضعیت بهره‌برداری و برآورد شاخص‌های طولی جهت مدیریت صید

### میگوی سرتیز (*Metapenaeus affinis*) با استفاده از مدل LBB

#### در آب‌های شمال غربی خلیج فارس

رقیه علوانی<sup>۱</sup>، محمد خسروی زاده<sup>۲\*</sup>، پرویز زارع<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

۲. استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

۳. استادیار گروه تولید و بهره‌برداری، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۰

#### چکیده

از لحاظ میزان صید، میگوی سرتیز (*Metapenaeus affinis*) رتبه اول را در آب‌های استان خوزستان به‌خود اختصاص می‌دهد که امرار معاش و اقتصاد جوامع صیادان محلی این استان به آن وابسته است. بدین‌منظور در این مطالعه از مدل LBB به‌عنوان یک راهکار جدید و قوی مبتنی بر داده‌های طول جهت تعیین وضعیت بهره‌برداری و به‌دست آوردن شاخص‌های طولی برای مدیریت صید میگوی سفید سرتیز در آب‌های ساحلی استان خوزستان طی سال ۱۴۰۰ استفاده شد. با توجه به برآورد  $B/B_{MSY}$  ذخیره میگوی سرتیز برابر با  $1/3$  بیانگر آن است که ذخیره این میگو در وضعیت نسبتاً سالم، اما در مرز صید بی‌رویه قرار دارد. مقادیر  $F/M$  (نقطه مرجع کمتر از ۱) و  $B/B_0$  (نقطه مرجع  $0/4-0/5$ ) نیز این مورد را تأیید می‌کنند. مقدار  $B/B_0$  برابر با  $0/47$  تخمین زده شد که بیانگر آن است که میزان نرخ تخلیه از ذخیره  $53\%$  درصد بوده است. همچنین نسبت‌های  $F/M$ ،  $M/K$ ،  $F/K$  و  $Z/K$  به‌ترتیب برابر  $0/65$ ،  $1/7$ ،  $1/11$  و  $2/81$  برآورد شدند. مقادیر طول در اولین صید ( $L_c$ )، طول بهینه در اولین صید ( $L_{c-opt}$ ) و طول بهینه صید ( $L_{opt}$ ) براساس طول کارپاس به‌ترتیب  $24/13$ ،  $24/0$  و  $30/0$  میلی‌متر به‌دست آمد. در این مطالعه نسبت  $L_c/L_{c-opt}$  بزرگتر از ۱ و شاخص‌های  $L_{max5\%}/L_{inf}$  یا  $L_{95\%}/L_{inf}$  بزرگتر یا تقریباً برابر با  $0/8$  محاسبه شد. با این حال مقادیر نسبت‌های  $L_{mean}/L_{opt}$  و  $L_{mean}/L_{F=M}$  تقریباً کمتر از ۱ به‌دست آمد که نشان داد که برداشت بهینه انجام نمی‌شود. بنابراین با توجه به یافته‌های این تحقیق، اگرچه ذخیره میگوی سفید سرتیز در وضعیت سالمی قرار دارد اما برای داشتن حداکثر زیست‌توده کوهورت و جلوگیری از بهره‌برداری بی‌رویه این گونه در دراز مدت باید رویکرد مناسب مدیریتی براساس شاخص‌های مهم طولی اتخاذ گردد.

واژگان کلیدی: میگوی سفید سرتیز، مدل LBB، وضعیت بهره‌برداری، صید بهینه، آب‌های ساحلی خوزستان



## Assessment of exploitation status and estimation of length indicators for the management of the Jinga shrimp (*Metapenaeus affinis*) fishery using the LBB model in the northwestern waters of the Persian Gulf

Roghayeh Alvani<sup>1</sup>, Mohammad Khosravizadeh<sup>2\*</sup>, Parviz zare<sup>3</sup>

1. M.Sc. student, Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran

2. Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran

3. Assistant Professor, Fishing and Exploitation Department, College of Fisheries and Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 31-Dec-2022

Accepted: 10-Apr-2023

### Abstract

In terms of catch, Jinga shrimp (*Metapenaeus affinis*) occupies the first place in the waters of Khuzestan province, and the livelihood and economy of the local fishing community of this province depend on that. To this end, this study used LBB model as a new and powerful method based on length data to obtain length indicators for management of Jinga shrimp fishery in coastal waters of Khuzestan province in 2021. The estimated  $B/B_{MSY}$  value of Jinga shrimp stock of 1.3 indicates that the stock of these shrimp is in a relatively healthy condition but is on the verge of overfishing. The values of  $F/M$  (reference value below 1) and  $B/B_0$  (reference value 0.4-0.5) also confirm this. The  $B/B_0$  value was estimated to be 0.47, which means that the exploitation rate of the stock is 53%. The ratios  $M/K$ ,  $F/K$  and  $Z/K$  were also estimated to be 0.65, 1.7, 1.11 and 2.81, respectively. The results related to the length in the first catch ( $L_c$ ), the optimal length in the first catch ( $L_{c-opt}$ ) and the optimal length of the catch ( $L_{opt}$ ) showed that their values were 13.24, 0.24 and 0.30 mm, respectively. In this study, the ratio of  $L_c/L_{c-opt}$  was greater than 1, and the indices  $L_{max5\%}/L_{inf}$  and  $L_{95\%}/L_{inf}$  were calculated with values greater than or equal to 0.8, respectively. However, the ratios of  $L_{mean}/L_{opt}$  and  $L_{mean}/L_{F=M}$  were almost less than 1, showing that the harvest is not optimal. According to the results of this study, although the stock of Jinga shrimp is healthy, in order to ensure the maximum biomass of the cohort and prevent overfishing of Jinga shrimp in the long term, a proper management approach should be adopted based on the important length indicators.

**Keywords:** Jinga shrimp, LBB model, Exploitation status, optimal catch, Coastal waters of Khuzestan

## ۱. مقدمه

تعیین نقاط مرجع شیلاتی برای ذخایر مهم تجاری آبزبان نقش بسیار مهم و کلیدی در برداشت مسئولانه و اجرای مدیریت صید مبتنی بر رویکرد اکوسیستم به‌منظور حفظ ذخایر آن‌ها دارد. با این حال، این اطلاعات برای بسیاری از ذخایر آبزبان جهان به‌طور رسمی در دسترس نمی‌باشد که این امر می‌تواند ناشی از کمبود اطلاعات و داده‌های مورد نیاز برای برآورد این نقاط مرجع باشد. بنابراین تعیین نقاط مرجع می‌تواند نقش به‌سزایی در اتخاذ سیاست‌های مدیریتی در برداشت از ذخایر آبزبان در راستای مدیریت مبتنی بر اکوسیستم داشته باشد (Link, 2010; Froese et al., 2017; Hill et al., 2020). در این بین، استفاده از روش‌های به‌روز و کارآمد می‌تواند مدیران شیلاتی را در دستیابی به این مهم کمک نماید. روش برآورگر زیست‌توده مبتنی بر طول به روش بیزین<sup>۱</sup> (LBB) یک روش جدید به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های فراوانی طولی ذخایر شیلاتی است که به‌طور گسترده‌ای برای داده‌های حاصل از نمونه‌برداری‌های شیلاتی مبتنی بر صید تجاری و برنامه‌های پایش ذخایر شیلاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش به گونه‌ای طراحی شده، که به حداقل ورودی داده برای برآورد میزان تهی‌شدن ذخیره یا زیست‌توده بهره‌برداری شده فعلی نسبت به زیست‌توده بهره‌برداری نشده (B/B<sub>0</sub>) به‌عنوان یکی از خروجی‌های کلیدی خود نیاز دارد (Froese et al., 2018). مدل LBB می‌تواند به‌طور مستقیم برای مدیریت ذخایری که اطلاعات کم و غیر قابل اعتماد از آن‌ها در دسترس است یا دارای داده‌های صید ناقص مورد استفاده قرار گیرد. چرا که در این روش برخلاف روش‌های دیگر نیاز به اطلاعاتی درباره سن، رشد، تلاش صیادی و مرگ و میر صیادی وجود ندارد و محاسبات فقط براساس داده‌های فراوانی طولی جمع‌آوری شده از صیدهای تجاری صورت می‌گیرد (Froese et al., 2018). به‌علت جدید بودن مدل مذکور، در خارج از کشور، مطالعاتی با استفاده از مدل

LBB، ارزیابی ذخایر آبزبان و وضعیت بهره‌برداری از آن‌ها در سالیان اخیر صورت گرفته است (Balde et al., 2019; Ju et al., 2020; Liang et al., 2020; Wang et al., 2020; Zhang et al., 2020; Yue et al., 2020; Wang et al., 2021). نتایج مطالعات فوق پیشنهاد می‌کنند که مدل LBB یک روش کارآمد برای ارزیابی منابع ماهیگیری و برآورد و تعیین نقاط مرجع شیلاتی، شاخص‌ها و معیارهای مدیریت صید، به‌ویژه هنگامی است که تنها داده‌های وجود فراوانی طول در دسترس باشد.

با توجه به نقش کلیدی ذخایر میگو از لحاظ بوم‌شناسی در اکوسیستم‌های دریایی به‌ویژه آبزبان کفزی و تأمین غذای بسیاری از گونه‌های تجاری کفزی و همچنین به‌دلیل برداشت سالانه از ذخایر این آبری و با توجه به اینکه میگو از شمار آبزبان کوتاه عمر محسوب می‌گردد (Holthuis, 1980)، لازم است دقت نظر بیشتری در خصوص بررسی ارزیابی ذخایر جمعیت میگو به‌عمل آید. خانواده پنائیده شامل گروه‌های متنوعی از گونه‌های میگو است که در خورها، مصب‌ها و محیط‌های دریایی مناطق استوایی و نیمه‌استوایی در سراسر جهان از جمله استان خوزستان یافت می‌شوند. یکی از گونه‌های شیلاتی و با ارزش تجاری متعلق به این خانواده، میگوی سرتیز، *Metapenaeus affinis* (Milne-Edwards, 1837) است. این گونه در حوزه اقیانوس هند و اقیانوس آرام قرار دارد و به‌طور گسترده‌ای از هاوایی و دریای چین جنوبی تا دریای عرب و خلیج فارس پراکنش دارد (Palomares and Pauly, 2021). این گونه در تمام آب‌های استان خوزستان اعم از صیدگاه‌های غربی (لیفه-بوسیف)، صیدگاه‌های شرقی (بحرکان) و خورپات منطقه ماهشهر-بندر امام یافت می‌شود (Dehghan Mediseh et al., 2003). براساس آمار صید ارائه شده توسط معاونت صید و بنادر ماهیگیری شیلات استان خوزستان از مجموع ۳۵۷۲ تن صید میگوی استان خوزستان طی سال ۱۴۰۰، ۶۵ درصد آن را میگوی سفید سرتیز، ۲۵ درصد میگوی ببری و ۱۰ درصد میگوی خنجری تشکیل می‌دهند. بنابراین، میگوی

<sup>1</sup> Length-based Bayesian Biomass (LBB) estimator

صید از دورریز صید جدا شد و شناسایی میگوی سفید سرتیز از دیگر میگوهای خنجری و ببری روی عرشه لنج‌های تجاری انجام شد. سپس مقداری از میگوها به صورت تصادفی به عنوان نمونه در یخدان‌های حاوی پودر یخ قرار داده شد و جهت زیست‌سنجی و مطالعات تکمیلی به آزمایشگاه منتقل شدند. لازم به ذکر است در مواردی که میزان صید میگوی سفید سرتیز بسیار کم بود کل میگوهای صید شده به عنوان نمونه در نظر گرفته شد. میگوهای موجود در نمونه، در آزمایشگاه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا در دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر زیست‌سنجی شدند. زیست‌سنجی نمونه‌ها شامل اندازه‌گیری طول کاراپاس در مورد هر میگو بود که طول کاراپاس با استفاده از کولیس با دقت ۰/۱ میلی‌متر از فرورفتگی کاراپاس در حاشیه خلفی چشم تا انتهای کاراپاس در مجاورت شکم اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از زیست‌سنجی در فرم‌های مخصوص برای هر ایستگاه ثبت شد.

با استفاده از مدل LBB نقاط مرجع مورد استفاده در مدیریت صید شامل  $F/M$ ،  $Z/K$ ،  $B/B_0$ ،  $L_{c\_opt}$ ،  $Y/R$  و  $B/B_{MSY}$  برآورد شد (Froese et al., 2018). در ابتدا طول بهینه ( $L_{opt}$ ) که در آن یک کوهورت صید نشده حداکثر زیست‌توده خود را خواهد داشت با استفاده از رابطه زیر و استفاده از داده‌های طول بی‌نهایت و نسبت  $M/K$  برآورد گردید.

$$L_{opt} = L_{inf} \left( \frac{3}{3 + \frac{M}{K}} \right)$$

طول بهینه آبی در اولین صید ( $L_{c-opt}$ ) که در فشار صیادی اعمال شده میزان صید و زیست‌توده را در سطح حداکثر حفظ نمود و منجر به دستیابی  $L_{opt}$  به عنوان میانگین طول در صید شد (Froese et al., 2016) که با استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید:

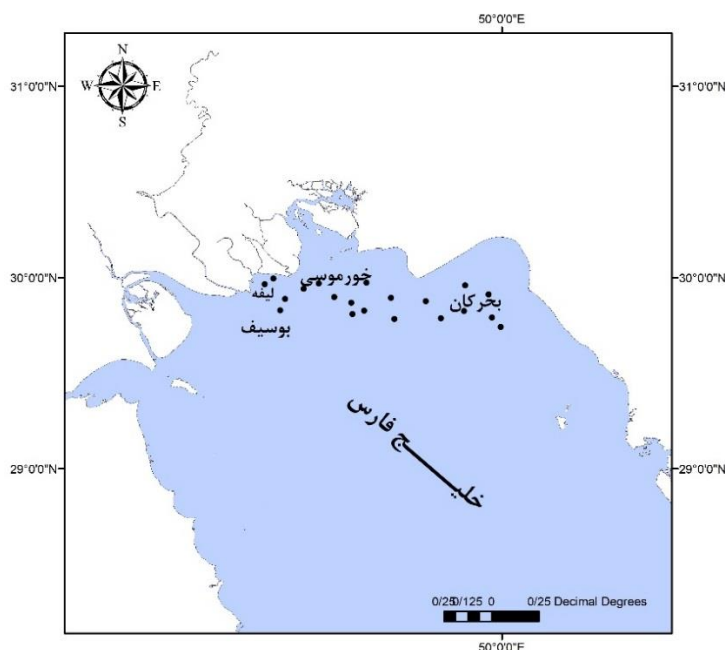
$$L_{c-opt} = \frac{L_{inf} \left( 2 + 3 \frac{F}{M} \right)}{\left( 1 + \frac{F}{M} \right) \left( 3 + \frac{M}{K} \right)}$$

سرتیز هر سال در فصل صید میگو از لحاظ میزان صید رتبه اول را در آب‌های استان خوزستان به خود اختصاص می‌دهد و در چرخه صید و صیادی خلیج فارس اهمیت زیادی دارد و به عنوان یکی از مهمترین گونه‌های میگو در تأمین معیشت صیادان محلی استان خوزستان به شمار می‌رود. مروری بر مطالعات صورت گرفته در داخل کشور نشان می‌دهد که هیچ گونه گزارشی در خصوص استفاده از روش LBB برای هیچ‌یک از گونه‌های میگو وجود ندارد. اما مطالعاتی در زمینه پویایی جمعیت و ارزیابی ذخایر میگوی سفید در آب‌های ایران انجام شده است (Gerami et al., 2012; Safaie, 2012; Ansari et al., 2014). بنابراین مطالعه حاضر می‌تواند در راستای تکمیل اطلاعات گذشته، زمینه‌ای را برای دستیابی به اطلاعات به‌روز شده در مدیریت صید گونه میگوی سفید سرتیز را فراهم نماید. از این‌رو، هدف از مطالعه حاضر استفاده از مدل LBB برای تعیین نقاط مرجع شیلاتی و شاخص‌های طولی برای مدیریت صید میگوی سفید سرتیز بود.

## ۲. مواد و روش‌ها

داده‌های مورد مطالعه در این تحقیق مبتنی بر نمونه‌های حاصل از صید تجاری میگو با استفاده از تور ترال کف‌روب میگوگیر در مناطق صیدگاهی سواحل استان خوزستان موسوم به لیفه، بوسیف، بحرکان و خورموسی به دست آمده است. در این تحقیق نمونه‌برداری در دوره‌های آزادسازی صید میگو در آب‌های خوزستان در مرداد و شهریور و نیز آبان و آذر سال ۱۴۰۰ با استفاده از سه شناور صیادی متعلق به اسکله‌های آبادان-اروندکنار-چوئیده در طی ۸ گشت دریایی که مدت زمان هر گشت ۷ الی ۱۰ روز بود، صورت گرفت. مختصات ایستگاه نمونه‌برداری توسط دستگاه GPS موجود در لنج‌های صیادی تعیین و ثبت شدند که موقعیت صیدگاه‌ها در شکل ۱ ارائه شده است.

پس از اتمام عملیات صیادی و ترال‌کشی، میگوهای صید شده روی عرشه تخلیه شدند و میگوهای موجود در



شکل ۱- موقعیت و مختصات جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری در صیدگاه‌های لیفه، بوسیف، خورموسی و بحرکان در آب‌های ساحلی خوزستان در شمال غرب خلیج فارس

برای برآورد نسبت زیست‌توده فعلی (B) به زیست‌توده بهره‌برداری نشده (B<sub>0</sub>) از رابطه زیر استفاده شد:

$$\frac{B}{B_0} = \frac{CPUE'}{R} \quad B'_0 > L_c$$

در فرمول فوق، مخرج و صورت کسر به ترتیب به‌وسیله رابطه‌های زیر محاسبه شدند:

$$\frac{CPUE'}{R} = \frac{Y'}{F} = \frac{1}{1 + \frac{F}{M}} \left( 1 - \frac{L_c}{L_{inf}} \right)^{\frac{M}{K}} \left( 1 - \frac{3 \left( 1 - \frac{L_c}{L_{inf}} \right)}{1 + \frac{1}{\frac{M}{K} + \frac{F}{K}}} + \frac{3 \left( 1 - \frac{L_c}{L_{inf}} \right)^2}{1 + \frac{2}{\frac{M}{K} + \frac{F}{K}}} - \frac{3 \left( 1 - \frac{L_c}{L_{inf}} \right)^3}{1 + \frac{3}{\frac{M}{K} + \frac{F}{K}}} \right)$$

$$B'_0 > L_c = \left( 1 - \frac{L_c}{L_{inf}} \right)^{\frac{M}{K}} \left( 1 - \frac{3 \left( 1 - \frac{L_c}{L_{inf}} \right)}{1 + \frac{1}{\frac{M}{K}}} + \frac{3 \left( 1 - \frac{L_c}{L_{inf}} \right)^2}{1 + \frac{2}{\frac{M}{K}}} - \frac{3 \left( 1 - \frac{L_c}{L_{inf}} \right)^3}{1 + \frac{3}{\frac{M}{K}}} \right)$$

در رابطه  $\frac{CPUE'}{R}$ ، نسبت  $\frac{Y'}{R}$  با استفاده از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\frac{Y'}{R} = \frac{F}{1 + \frac{F}{M}} \left( 1 - \frac{L_c}{L_{inf}} \right)^{\frac{M}{K}} \left( 1 - \frac{3 \left( 1 - \frac{L_c}{L_{inf}} \right)}{1 + \frac{1}{\frac{M}{K} + \frac{F}{K}}} + \frac{3 \left( 1 - \frac{L_c}{L_{inf}} \right)^2}{1 + \frac{2}{\frac{M}{K} + \frac{F}{K}}} - \frac{3 \left( 1 - \frac{L_c}{L_{inf}} \right)^3}{1 + \frac{3}{\frac{M}{K} + \frac{F}{K}}} \right)$$

با ثابت در نظر گرفتن شاخص‌های  $F/M=1$  و  $L_c=L_{c\_opt}$  و محاسبه مجدد شاخص‌های  $Y'/R$ ،  $CPUE'/R$ ،  $B/B_0$  و  $B_0 > L_c/R$ ، یک شاخص برای زیست‌توده نسبی که می‌تواند حداکثر محصول پایدار (MSY) را تولید کند، به‌دست آمد ( $B_{MSY}/B_0$ ). اندازه نسبی ذخیره ( $B/B_{MSY}$ ) با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$\frac{B}{B_{MSY}} = \frac{\frac{B}{B_0}}{\frac{B_{MSY}}{B_0}}$$

وضعیت بهره‌برداری معمولاً براساس شاخص  $B/B_{MSY}$  و ارزیابی و طبق طبقه‌بندی معینی (جدول ۱) به ۵ گروه کلی تقسیم شد (Palomares et al., 2018).

جدول ۱ - طبقه‌بندی وضعیت بهره‌برداری براساس شاخص  $B/B_{MSY}$  (Palomares et al., 2018)

وضعیت ذخیره	دامنه شاخص $B/B_{MSY}$
سالم	$B/B_{MSY} > 1$
تا حدی تحت صید بی‌رویه	$0.8 < B/B_{MSY} \leq 1$
تحت صید بی‌رویه	$0.5 < B/B_{MSY} \leq 0.8$
به شدت تحت صید بی‌رویه	$0.2 < B/B_{MSY} \leq 0.5$
ذخیره در وضعیت تهی شدن	$B/B_{MSY} \leq 0.2$

در جدول ۲ شاخص‌های طولی مورد استفاده برای ارزیابی ذخیره میگوی سرتیز از نظر برداشت بهینه، حفظ میگوهای نابالغ و حفظ میگوهای مولد در ذخیره ارائه شده است.

جدول ۲ - شاخص‌های طولی مورد استفاده برای ارزیابی ذخیره میگوی سرتیز (نقاط مرجع موجود در جدول توسط WKLIFE (ICES, 2015) و Froese (۲۰۰۴) پیشنهاد شده است)

پارامتر	تعریف شاخص	حد آستانه	شاخص	نقطه مرجع	هدف
$L_c$	طول آبی در اولین صید	$L_{m50}$	$L_c/L_{m50}$	$> 1$	حفظ میگوهای نابالغ
$L_{mean}$	میانگین طول کاراپاس میگوهای که طول آنها بزرگتر از مقدار $L_c$ است.	$L_{m50}$	$L_{mean}/L_{m50}$	$> 1$	برداشت بهینه
$L_{25\%}$	صدک ۲۵ام توزیع فراوانی طول	$L_{m50}$	$L_{25\%}/L_{m50}$	$> 0.3$	حداکثر محصول پایدار
$L_{mean}$	میانگین طول کاراپاس میگوهای که طول آنها بزرگتر از مقدار $L_c$ است.	$L_{opt}$	$L_{mean}/L_{opt}$	$\approx 1$	حفظ میگوهای مولد بزرگ در ذخیره
$L_{mean}$	میانگین طول کاراپاس میگوهای که طول آنها بزرگتر از مقدار $L_c$ است.	$L_{F=M} = 0.75L_c + 0.25L_{\infty}$	$L_{mean}/L_{F=M}$	$\approx 1$	
$L_{max5\%}$	میانگین طول ۵ درصد از بزرگترین میگوها	$L_{\infty}$	$L_{max5\%}/L_{\infty}$	$> 0.8$	
$L_{95\%}$	صدک ۹۵ام توزیع فراوانی طول	$L_{\infty}$	$L_{95\%}/L_{\infty}$	$> 0.8$	

سرتیز با استفاده از رابطه رگرسیونی زیر برآورد شد (Froese and Binohlan, 2000):

$$\log L_{m50} = 0,8979 * \log L_{\infty} - 0,0782, n = 467, r^2 = 0.888, S.E. = 0.127$$

در این مطالعه، تحلیل‌ها با استفاده از تابع LBB بسته TropFishR نسخه 1.6.0 (Mildenberger et al., 2017) در محیط نرم‌افزار R نسخه 4.1.1 (R core team, 2021) انجام شد.

برای بررسی وضعیت پایدار بودن صید میگوی سرتیز از سه شاخص طولی ارائه شده توسط Froese (۲۰۰۴) نیز استفاده شد:  $P_{mat}$  (درصد میگوهای بالغ که طولی بزرگتر از طول بلوغ جنسی دارند)،  $P_{opt}$  (درصد میگوهای صید شده در دامنه طول بهینه صید که طولی در محدوده  $L_{opt} \pm 10\%$  دارند) و  $P_{mega}$  (درصد میگوهای مولد بزرگ در صید که طولی بزرگتر از  $L_{opt} + 10\%$  دارند). در این مطالعه طول بلوغ جنسی ( $L_{m50}$ ) میگوی

## ۳. نتایج

همچنین نسبت‌های  $\frac{Z}{K}$  و  $\frac{F}{K}$  به ترتیب  $۰/۸۸$  و  $۳/۳۸ \pm ۰/۹۶$  تخمین زده شد. نسبت  $\frac{M}{K}$  برابر  $۱/۵$  در نظر گرفته شد. این مقادیر اولیه توسط خود مدل LBB برآورد می‌شود. نمودار برازش مدل LBB به داده‌های طولی برای برآورد اولیه طول در اولین صید ( $L_{c50}$ )، طول بی‌نهایت ( $L_{inf}$ ) و نسبت مرگ و میر کل به نرخ رشد ( $Z/K$ ) در شکل ۲ نشان داده شده است.

اطلاعات مربوط به آمار توصیفی طول کاراپاس میگوی سرتیز در جدول ۳ ارائه شده است. دامنه طول کاراپاس میگوی مورد مطالعه براساس ۲۵۹۰ نمونه زیست‌سنجی شده از ۷/۲۶ تا ۴۶/۴۹ میلی‌متر متغیر بود. اطلاعات و داده‌های پیشین برای اجرای مدل LBB در جدول ۴ ارائه شده است. مقادیر طول بی‌نهایت، طول در اولین صید و آلفا در این مطالعه به ترتیب  $۴۶/۹۵ \pm ۰/۴۷$ ،

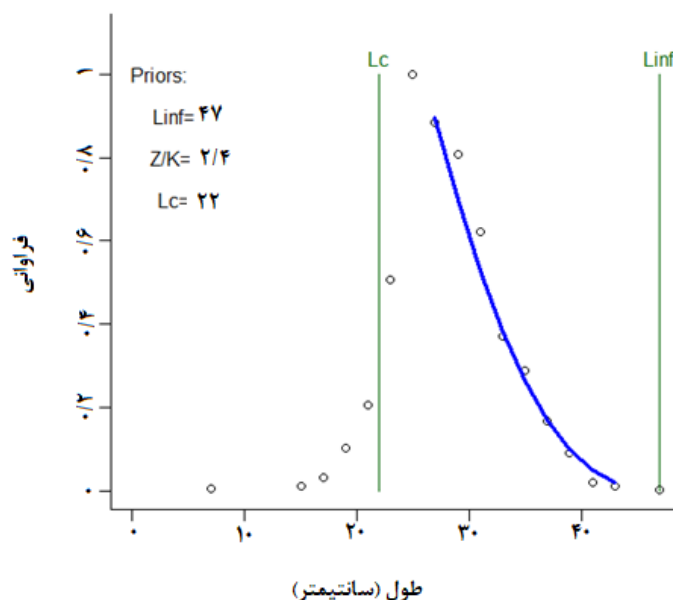
جدول ۳- آمار توصیفی طول کاراپاس (برحسب میلی‌متر) میگوی سرتیز خلیج فارس در آب‌های خوزستان در سال بهره‌برداری ۱۴۰۰

میانگین	کمترین	بیشترین	انحراف معیار	خطای معیار	حجم نمونه
۲۷/۹۱	۷/۲۶	۴۶/۴۹	۴/۵۹	۰/۰۹	۲۵۹۰

جدول ۴- برآوردهای اطلاعات پایه و داده‌های پیشین برای مدل LBB

مقدار آلفا	$(cm)L_c$	$\frac{F}{K}$	$\frac{M}{K}$	$\frac{Z}{K}$	$(mm)L_{inf}$	پارامتر
۳۵/۸۸	۲۲/۴۴	۰/۸۸	۱/۵	۲/۳۸	۴۶/۹۵	مقدار
۳/۵۹	۲/۲۴		۰/۱۵	۰/۹۶	۰/۴۷	انحراف معیار

$L_c$ : طول در اولین صید،  $\frac{F}{K}$  نسبت مرگ و میر صیادی به نرخ رشد.



شکل ۲- نمودار برازش مدل LBB به داده‌های طولی (خط با رنگ آبی) برای برآورد اولیه طول در اولین صید ( $L_{c50}$ )، طول بی‌نهایت ( $L_{inf}$ ) و نسبت مرگ و میر کل به نرخ رشد ( $Z/K$ ) در میگوی سفید سرتیز (خط آبی نشان‌دهنده بخش برداشت شده از جمعیت می‌باشد، یعنی آن بخش از جمعیت که نسبت ابزار صید حساس می‌باشد).

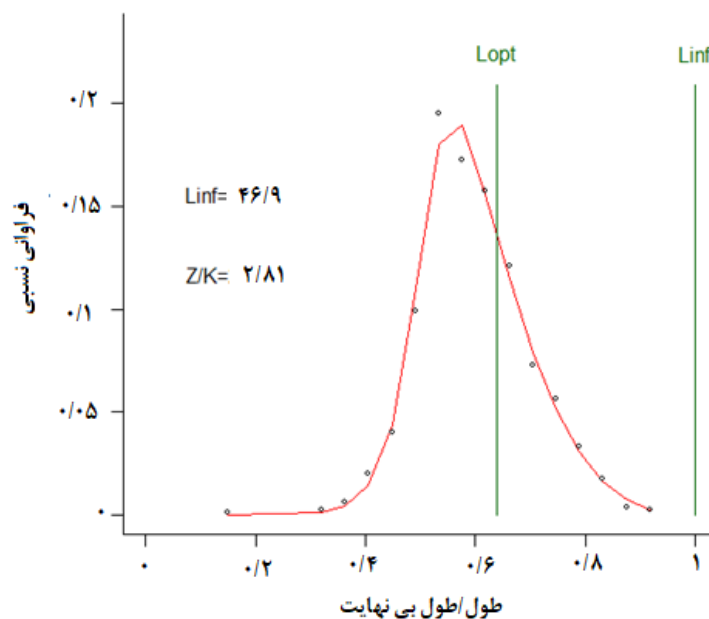
مقادیر نقاط مرجع شیلاتی با فاصله اطمینان ۹۵ درصد آن‌ها جهت ارزیابی وضعیت بهره‌برداری میگوی سرتیز در جدول ۵ ارائه شده است. از برازش مدل LBB به داده‌های طول کاراپاس مقادیر  $B/B_0$ ،  $B/B_{MSY}$  و  $B_{MSY}/B_0$  به ترتیب به ترتیب  $۱/۳$ ،  $۰/۴۶۸$  و  $۰/۳۵۹$  به دست آمد. همچنین، نسبت‌های  $M/K$ ،  $F/K$  و  $Z/K$  در این مطالعه به ترتیب برابر با  $۱/۴۴$ ،  $۳/۹۴$  و  $۵/۳۸$  برآورد شدند.

جدول ۵- نقاط مرجع شیلاتی به دست آمده با مدل LBB جهت ارزیابی وضعیت بهره‌برداری میگوی سرتیز

پارامتر	مقدار
M/K	۱/۷ (۱/۴۱-۱/۹۸)
F/K	۱/۱۱ (۰/۷۵-۱/۴۹)
Z/K	۲/۸۱ (۲/۵۹-۳/۰۵)
F/M	۰/۶۵ (۰/۳۹-۱/۰۳)
Y/R'	۰/۰۳۲۴ (۰/۰۱۴۸-۰/۰۵۴۶)
B/B <sub>0</sub>	۰/۴۶۸ (۰/۲۱۴-۰/۷۸۸)
B/B <sub>MSY</sub>	۱/۳ (۰/۵۹۶-۲/۱۹)
B <sub>MSY</sub> /B <sub>0</sub>	۰/۳۵۹

نتایج مربوط به شاخص‌ها و معیارهای طولی به دست آمده با مدل LBB برای مدیریت صید میگوی سرتیز در جدول ۶ ارائه شده است. بر این اساس، طول بی‌نهایت ( $L_{\infty}$ )، طول اولین صید ( $L_c$ )، طول بهینه در اولین صید ( $L_{c\_opt}$ ) و طول بهینه صید ( $L_{opt}$ ) در طول دوره به ترتیب برابر با  $۴۶/۸۷$ ،  $۲۴$ ،  $۲۴/۱۳$  و  $۳۰$  میلی‌متر برآورد شد. براساس نتایج ارائه شده در شکل ۳ پیک یا حداکثر فراوانی طولی میگوی سفید سرتیز در این مطالعه منطبق بر مقدار  $L_{opt}$  نبود.

شکل ۳- نمودار مقادیر نسبت طول کاراپاس میگو در هر گروه طولی به طول بی‌نهایت و موقعیت طول بهینه صید ( $L_{opt}$ ) نسبت به پیک فراوانی طولی



شکل ۳- نمودار مقادیر نسبت طول کاراپاس میگو در هر گروه طولی به طول بی‌نهایت و موقعیت طول بهینه صید ( $L_{opt}$ ) نسبت به پیک فراوانی طولی



بهینه‌ی صید ۳۸ درصد برآورد شد. درصد فراوانی مولدین بزرگ نیز در این مطالعه ۱۴ درصد بود. براساس نتایج حاصل، مقدار نسبت‌های  $\frac{L_{mean}}{L_{F=M}}$  و  $\frac{L_{mean}}{L_{opt}}$  به ترتیب ۰/۹۷۷ و ۰/۹۸۳ محاسبه شد. همچنین نسبت‌های  $\frac{L_{95\%}}{L_{\infty}}$  و  $\frac{L_{max5\%}}{L_{\infty}}$  در این مطالعه ۰/۷۶۹ و ۰/۸۱۴ برآورد شد و مقادیر محاسبه شده مربوط به نسبت‌های  $\frac{L_{mean}}{L_{m50}}$ ،  $\frac{L_{25\%}}{L_{m50}}$  و  $\frac{L_c}{L_{m50}}$  به ترتیب ۰/۸۷، ۱/۰۵۸ و ۰/۸۹۹ بود.

همچنین براساس نتایج حاصل، دامنه‌ی طول بهینه‌ی صید بین ۲۷ و ۳۳ میلی‌متر محاسبه شد. نتایج نشان داد نسبت‌های  $L_{c\_opt}/L_{inf}$  و  $L_{opt}/L_{inf}$  به ترتیب ۰/۶۴ و ۰/۵۱۲ تعیین شد. با این حال میزان آن اندکی کمتر از  $L_{opt}$  و در سمت چپ نمودار قرار گرفته است. همچنین میزان میگوهای سفید سرتیز بالغ صید شده در این مطالعه ۵۹ درصد بود و این میزان برای میگوهای نابالغ ۴۱ درصد برآورد شد. در طول دوره‌ی مطالعه، درصد میگوهای با طول

جدول ۶ - شاخص‌ها و معیارهای طولی به‌دست آمده با مدل LBB برای مدیریت صید میگوی سرتیز

شاخص	مقدار	شاخص	مقدار
$L_{\infty}$ (mm)	۴۶/۸۷ (۴۶/۰۸-۴۷/۷۱)	$L(max5\%)/L_{\infty}$	۰/۸۱۴
$L_c$ (mm)	۲۴/۱۳ (۲۳/۹۴-۲۴/۳۲)	$L(95\%)/L_{\infty}$	۰/۷۶۹
$L_{c\_opt}$ (mm)	۲۴/۰۰	$L(25\%)/L_{m50}$	۰/۸۹۹
$L_{opt}$ (mm)	۳۰/۰۰	$L_{mean}/L_{m50}$	۱/۰۵۸
$L_{F=M}$ (mm)	۲۹/۸۰۰	$L_c/L_{m50}$	۰/۸۷۰
$L_{m50}$ (mm)	۲۶/۴۳	$L_{mean}/L_{opt}$	۰/۹۷۷
$L_{mean}$ (mm)	۲۹/۳۰	$L_{mean}/L(F=M)$	۰/۹۸۳
$L_{max5\%}$ (mm)	۳۸/۲۰	$L_{opt}/L_{\infty}$	۰/۶۴
$L_{25\%}$ (mm)	۲۴/۹۲	$L_{c\_opt}/L_{\infty}$	۰/۵۱۲ (۰/۵۱۱-۰/۵۱۹)
$(mm)L_{95\%}$	۳۶/۱۰	$L_{\infty}/L_{\infty}$	۰/۵۱۴ (۰/۵۱۲-۰/۵۱۸)
میگوهای نابالغ (درصد)	۴۱/۰۰	$L_c/L_{c\_opt}$	۱/۰۱
میگوهای بالغ (درصد)	۵۹/۰۰		
میگوهای با طول بهینه صید (درصد)	۳۸/۰۰		
مولدین بزرگ (درصد)	۱۴/۰۰		

\* اعداد داخل پرانتز فاصله اطمینان ۹۵ درصد است.

طرف دیگر مقدار ۱/۳ به‌دست آمده برای این شاخص خیلی نزدیک به مقدار ۱/۱ است. این شاخص‌ها نشان می‌دهند که اگر در سال‌های آتی ذخیره به‌خوبی مدیریت نشود، ممکن است ذخیره در وضعیت تاحدودی تحت بهره‌برداری قرار گیرد. برای همین توصیه می‌شود برداشت اصولی و محتاطانه در دستور کار قرار گیرد. مقدار زیست‌توده نسبی ( $B/B_0$ ) برابر با ۰/۴۷، نشان می‌دهد که میزان نرخ تخلیه از ذخیره ۵۳ درصد است، یعنی زیست‌توده فعلی میگو به ۵۳ درصد از سطح اولیه خود کاهش یافته است. مقدار این شاخص بیانگر آن است که ذخیره میگو در مرز صید بی‌رویه قرار داد. با این حال

#### ۴. بحث و نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به شاخص  $B/B_{MSY}$  (به‌عنوان شاخص اصلی ارزیابی وضعیت بهره‌برداری) به‌دست آمده برابر با ۱/۳ در این مطالعه براساس داده‌های فراوانی طولی فصل صید سال ۱۴۰۰، ذخیره میگوی سرتیز در وضعیت سالمی قرار دارد. مقدار شاخص مرگ و میر صیادی به مرگ و میر طبیعی  $F/M$  برابر با ۰/۶۵ (کمتر از عدد ۱ به‌عنوان نقطه مرجع) نیز وضعیت سالم بودن ذخیره را تأیید می‌کنند. اما باید به این نکته توجه کرد که فاصله اطمینان به‌دست آمده برای شاخص  $B/B_{MSY}$  برابر با ۲/۱۹-۰/۵۹۶ که حد پایین آن نشان‌دهنده وضعیت صید بی‌رویه است و از

میگوی سرتیز در سال‌های مورد بررسی در وضعیت صید بی‌رویه قرار دارد. اما با محاسبه مجدد نرخ مرگ و میر طبیعی براساس اطلاعات موجود در این مطالعات، مقدار نرخ بهره‌برداری به‌طور معنی‌داری تغییر کرد (جدول ۷) و می‌توان گفت که ذخایر یا جمعیت‌های میگوی سرتیز در وضعیت سالمی بودند. این تناقض بدین دلیل است که در مطالعات گذشته در محاسبات خود به‌جای ضریب  $0/152$  در فرمول اصلی پائولی از ضریب  $0/152$  یا به‌جای طول کل از طول کاراپاس یا به‌جای واحد سانتی‌متر از میلی‌متر استفاده کردند.

چون شاخص  $B/B_0$  کوچکتر از  $B_{MSY}/B_0$  نیست وضعیت ذخیره می‌تواند نگران‌کننده نباشد. در بررسی‌های قبلی شاخص‌های مدیریتی  $B/B_0$ ،  $B/B_{MSY}$  و  $F/M$  برای میگوی سرتیز محاسبه نشده است.

مطالعات (Gerami *et al.*, 2012; Safaie, 2012; Ansari *et al.*, 2014) برآورد نرخ بهره‌برداری ( $E=F/Z$ ) به تعیین و بررسی وضعیت بهره‌برداری مورد ارزیابی قرار داده‌اند. در این بررسی‌ها، به‌جز یک مورد (Safaie, 2012) براساس محاسبات خود مقدار نرخ بهره‌برداری را بیشتر از  $0/5$  برآورد کردند که نشان‌دهنده این است که ذخیره

جدول ۷- مقادیر تصحیح شده شاخص‌های مرگ و میر و نرخ بهره‌برداری میگوی سرتیز در مطالعات قبلی

	میگوی نر*	میگوی ماده*	میگوی نر**	میگوی ماده**	میگوی نر***	میگوی ماده***
ing (cm) - CL			۳/۱	۳/۶	۳/۵	۴/۷
Linf (cm) - TL	۱۳/۵۴	۱۵/۶۷	۱۳/۰۰	۱۴/۹۰	۱۴/۵۰	۱۸/۹
K	۱/۸	۲/۱	۲/۲	۱/۳	۱/۲	۱/۱
Z	۵/۲۵	۷/۰۱	۳/۰۵	۳/۰۱	۴/۴	۴/۹۳
M گزارش شده	۱/۶۴	۱/۷۴	۱/۹۴	۱/۹۶	۱/۹۶	۱/۷۵
F گزارش شده	۳/۶۲	۵/۲۷	۱/۱۱	۱/۰۵	۲/۰۸	۳/۱۸
E گزارش شده	۰/۶۹	۰/۷۵	۰/۳۶	۰/۳۵	۰/۵۱	۰/۶۴
M تصحیح شده	۳/۱۱	۳/۳	۲/۴۷	۲/۵۱	۲/۴	۲/۱۱
F تصحیح شده	۲/۱۴	۳/۷۱	۰/۵۸	۰/۵	۲	۲/۸۲
E تصحیح شده	۰/۴۱	۰/۵۳	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۴۵	۰/۵۷

\* Ansari *et al.* (2014)

\*\* Safaie (2012)

\*\*\* Gerami *et al.* (2012)

(Canales *et al.*, 2019). در مطالعه حاضر، با استفاده از روش LBB مقدار طول کاراپاس بی‌نهایت میگوی سرتیز برابر با  $46/9$  میلی‌متر به‌دست آمد. براساس مطالعات گذشته، طول کاراپاس بی‌نهایت میگوی سرتیز در آب‌های شمال غربی جزیره قشم برابر با  $36$  میلی‌متر (Safaie, 2012) و در آب‌های استان هرمزگان برابر با  $47$  میلی‌متر (Gerami *et al.*, 2012)، در آب‌های سواحل استان خوزستان برابر با  $37/14$  میلی‌متر (Ansari *et al.*, 2012) و در آب‌های کویت  $44$  (Mathews *et al.*, 1987) و  $48$  (Mohammed *et al.*, 1998) میلی‌متر گزارش شده است. شاید بتوان گفت علاوه بر خصوصیات اکولوژیک منطقه و

در مطالعه حاضر، براساس یافته‌های به‌دست آمده با تقسیم مرگ و میر صیادی نسبی ( $F/K=1/11$ ) بر مرگ و صیادی کل نسبی ( $Z/K=2/11$ )، نسبت  $F/Z$  یا همان نرخ بهره‌برداری مقدار  $0/39$  محاسبه شد که تأیید می‌کند که گونه مورد مطالعه در حال حاضر تحت صید بی‌رویه نیست. نکته دیگر که باید به آن توجه کرد این است که برای برآورد مرگ و میر طبیعی آزیان فرمول‌های زیادی ارائه شده است. در برخی از این فرمول‌ها از جمله فرمول پائولی از اطلاعات سخت‌پوستان استفاده نشده است و توصیه می‌شود از این فرمول‌ها برای محاسبه مرگ و میر طبیعی سخت‌پوستان از جمله میگو اجتناب شود

همکارن (۲۰۰۴) در حالت ایده‌آل، فراوانی میگوهای نابالغ و با طول بهینه صید باید به ترتیب برابر با ۰ و ۱۰۰ درصد باشد. اما در این مطالعه ۴۱ درصد میگوها نابالغ بودند و ۳۷/۶ درصد میگوها در دامنه طول بهینه قرار داشتند. البته در اینجا باید ذکر شود که ۲۰ درصد میگوها فقط ۲ میلی‌متر با مقدار طول بلوغ جنسی فاصله دارند و فقط ۰/۳ درصد میگوها طولی کمتر از ۲۰ میلی‌متر داشتند که این اعداد و ارقام نشان می‌دهند میگوهای ریز و جوان در صید زیاد نیست. اختلاف مقادیر به دست آمده با حالت ایده‌آل می‌تواند مربوط روش صید ترال و اندازه چشمه کیسه تور ترال باشد. در صید ترال وقتی میگو یا آبیان دیگر صید می‌شوند برخی از میگوهای نابالغ در بین میگوها گیر می‌افتند و امکان فرار ندارند. البته با افزایش اندازه چشمه کیسه تور ترال میگوهای نابالغ امکان فرار بیشتری دارند. اگرچه، ذخیره فعلی در وضعیت سالم قرار دارد، اما برای داشتن حداکثر زیست‌توده کوهورت میگوی سرتیز در درازمدت، باید مدیران صید در تنظیم اندازه چشمه تور صیادی، اندازه طول بهینه صید را در نظر بگیرند. براساس مطالعه Froese و همکاران (۲۰۱۷)، برای به دست آوردن حداکثر برداشت برای یک  $F$  معین، مقدار  $L_c$  را می‌توان افزایش داد تا فاز رشد طولانی‌تری برای آبی به دست آید که زیست‌توده قابل بهره‌برداری و بنابراین صید در ازای واحد تلاش (CPUE) به حداکثر برسد. برای اکثر آبیان شاخص  $L_{opt}$  بین اولین و دومین تخم‌ریزی قرار می‌گیرد، بنابراین صید بیش از حد از نظر تئوری غیرممکن می‌شود، زیرا همه میگوها قبل از صید فرصت تخم‌ریزی دارند (Myers and Mertz, 1998). بنابراین، طول بهینه صید یکی از شاخص‌های مهم و مفید در انتخاب نوع ادوات صید و مدیریت صید آبیان به شمار می‌آید. مقادیر مورد انتظار برای نسبت  $L_{25\%}/L_{m50}$  بزرگتر از عدد ۰/۳ و نسبت‌های  $L_{mean}/L_{m50}$  یا  $L_c/L_{m50}$  بزرگتر از عدد ۱ تعیین شده است (Froese, 2004; ICES, 2015). در این تحقیق، مقادیر به دست آمده برای این ۳ شاخص بزرگتر یا تقریباً برابر با مقادیر مورد انتظار بود که بیانگر آن است که میگوهای نابالغ تا حد زیادی حفظ می‌شوند.

زیستی گونه مورد مطالعه، روش مورد استفاده برای محاسبه، حجم نمونه و اندازه بزرگترین نمونه صید شده عامل اصلی تنوع در مقادیر طول بی‌نهایت برآورد شده باشد.

مقادیر سه شاخص طول در اولین صید ( $L_c$ )، طول بهینه در اولین صید ( $L_{c-opt}$ ) و طول بهینه صید ( $L_{opt}$ ) برای میگوی سرتیز در آب‌های سواحل خوزستان به ترتیب ۲۴/۱۳، ۲۴/۰ و ۳۰/۰ میلی‌متر براساس طول کاراپاس برآورد شد. طول ۵۰ درصد بلوغ براساس طول کاراپاس برای میگوی سرتیز در منطقه نمونه‌برداری ۲۶/۵ میلی‌متر برآورد شد. در مطالعات قبلی مقدار این شاخص ۲۵/۴ (Asadi et al., 2001)، ۲۷/۱۶ (Kamrani et al., 2004) و ۳۰/۴۶ (Gerami et al., 2013) میلی‌متر گزارش شده است. مقادیر  $L_c$  و  $L_{c-opt}$  برآورد شده برای میگوی سرتیز در مطالعه حاضر ۲/۵ میلی‌متر کمتر از مقدار  $L_{m50}$  و مقدار  $L_{opt}$  نیز ۳ واحد بزرگتر از آن به دست آمد. در مطالعات قبلی مقدار طول در اولین صید میگوی سرتیز را از ۲۲/۰ تا ۳۰/۰ میلی‌متر طول کاراپاس گزارش شد که این تغییرات مربوط به زمان و مکان‌های مختلف نمونه‌برداری و جنسیت میگو بود. مقدار به دست آمده این شاخص در مطالعه حاضر در محدوده اعداد گزارش شده در مطالعات قبلی قرار داشت. در مطالعه Mohammed (۱۹۹۵) مقدار طول در اولین صید میگوی سرتیز در آب‌های کویت برای ماده‌ها ۲۴/۱، ۲۴/۲، ۲۸/۷، ۲۴/۰ و ۲۶/۷ و برای نرها ۲۲/۰، ۲۳/۰، ۲۳/۴، ۲۲/۲ و ۲۴/۵ میلی‌متر طول کاراپاس به ترتیب برای سال‌های ۱۹۸۵، ۱۹۸۶، ۱۹۸۷، ۱۹۸۸ و ۱۹۸۹ برآورد شد. مقدار این شاخص در آب‌های ترنگانو کشور مالزی برای جنس نر و ماده به ترتیب ۲۲ و ۲۴/۳ میلی‌متر گزارش شد. مقدار طول در اولین صید این میگو در آب‌های مدیترانه کشور مصر برابر با ۳۰/۰ میلی‌متر طول کاراپاس (Razek et al., 2022) و در آب‌های سواحل شمالی جاوای مرکزی کشور اندونزی برابر با ۷۶/۴ برای جنس نر و ۶۳/۰ میلی‌متر طول کل برای جنس ماده توسط Saputra و همکاران (۲۰۱۷) گزارش شد. براساس شاخص‌های طولی ارائه شده توسط Froese و

حدودی برداشت بهینه انجام نمی‌شود. بنابراین، با توجه به یافته‌های این تحقیق، اگرچه ذخیره میگوی سفید سرتیز در وضعیت سالمی قرار دارد اما برای داشتن حداکثر زیست‌توده کوهورت و جلوگیری از بهره‌برداری بی‌رویه این گونه در دراز مدت باید رویکرد مناسب مدیریتی بر اساس شاخص‌های مهم طولی اتخاذ گردد.

مقدار مورد انتظار برای نسبت  $L_c/L_{c-opt}$  بزرگتر از عدد ۱ و برای نسبت‌های  $L_{95\%}/L_{inf}$  و  $L_{max5\%}/L_{inf}$  بزرگتر از عدد ۰/۸ تعیین شده است (Froese, 2004; ICES, 2015). این یافته‌ها نشان‌دهنده حضور تعداد منطقی از میگوهای مسن و بزرگ در ذخیره است. با این حال مقادیر نسبت‌های  $L_{mean}/L_{F=M}$  و  $L_{mean}/L_{opt}$  تقریباً کوچکتر از ۱ (مقدار مورد انتظار) به دست آمد که نشان می‌دهد تا

## References

## ۵. منابع

- Ansari, H., Kodadadi, M., Eskandari G., 2014. Growth and mortality Parameters of Jinga Shrimp (*Metapenaeus affinis*-H. Milne Edwards, 1837) in western coast of Khoozestan Province. *Journal of Marine Biology* 6(23), 1-11. (in Persian)
- Ansari, H; Mohammdi G.H.; Kashi M.T.; Mayyahi Y., 2012. Investigating and determination exploitation pattern of Jinga shrimp (*M. affinis*) in the Khouzestan province Waters. Iranian Fisheries Research Organization. 33 p. (In Persian).
- Asadi, H., Savari, A., Seyf Abadi, S.J., 2001. Population structure of white shrimp (*Metapenaeus affinis*) in Mashta of Hormozgan province. *Journal of Marine Science and Technology* 1(1), 1-15. (In Persian).
- Ashiyaneh, M., Gorgin, S., Ghorbani R., Shabani M.J., 2017. Study of local distribution of Jinga shrimp *Metapenaeus affinis* (H. Milne-Edwards, 1837) in the coastal waters of Bushehr Province by using bottom trawl. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics* 6(3), 17-25. (in Persian) DOI: 10.22069/japu.2018.12605.1336
- Baldé, B.S., Fall, M., Kantoussan, J., Sow, F.N., Diouf, M., Brehmer, P., 2019. Fish-length based indicators for improved management of the sardinella fisheries in Senegal. *Regional Studies in Marine Science* 31, 100801. DOI: 10.1016/j.rsma.2019.100801
- Beverton, R.J.H., Holt, S.J., 1966. Manual of methods for fish stock assessment. Part 2. Tables of yield functions. Rome: FAO, FAO Fish. Tech. Pap. No. 38 (Rev. 1), 67 p.
- Canales, T.M., Wiff, R., Quiroz, J.C., Queirolo, M D., 2019. Estimation of natural mortality in two demersal squat lobster species off Chile. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 99(7) 1639-1650. DOI: 10.1017/S0025315419000717
- Dehghan Madiseh, S., Eskandari, Gh., Esmaili, F., Mayahi, Y., Ghasemi, Sh., 2003. Identification and density determination of Persian Gulf shrimps (phase one) in Khuzestan's creeks. Iranian Fisheries Research Organization, 47 p. (in Persian)
- Farokhbin, S., Kamrani, E., Gorgin, S., Naji, A., 2021. Standardization of cod-end mesh size in shrimp trawlers with less than 250 Hp power engine (Case study: Bushehr coastal waters). *Journal of Aquatic Ecology* 10 (4), 69-76.
- Froese, R., 2004. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and fisheries* 5(1), 86-91. DOI:10.1111/j.1467-2979.2004.00144.x
- Froese, R., Binohlan, C., 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology* 56, 758-773. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2000.tb00870.x

- Froese, R., Demirel, N., Coro, G., Kleisner, K.M., Winker, H., 2017. Estimating fisheries reference points from catch and resilience. *Fish and Fisheries* 18(3), 506-526. DOI: 10.1111/faf.12190
- Froese, R., Winker, H., Gascuel, D., Sumaila, U.R., Pauly, D., 2016. Minimizing the impact of fishing. *Fish Fisheries* 17, 785-802. DOI: 10.1111/faf.12146
- Froese, R., Winker, H., Coro, G., Demirel, N., Tsikliras, A.C., Dimarchopoulou, D., Scarcella, G., Probst W.N., Dureuil, M., Pauly, D., 2018. A new approach for estimating stock status from length frequency data. *ICES Journal of Marine Science* 75, 2004-2015. DOI: 10.1093/icesjms/fsy078
- Froese, R., Winker, H., Coro, G., Demirel, N., Tsikliras, A.C., Dimarchopoulou, D., Scarcella, G., Probst, W.N., Dureuil, M., Pauly, D., 2019. On the pile-up effect and priors for Linf and M/K: response to a comment by hordyk *et al.* on A new approach for estimating stock status from length-frequency data. *ICES Journal of Marine Science* 76, 461-465. DOI: 10.1093/icesjms/fsy199
- Gerami, M.H., Paighambari, S.Y., Ghorbani, R., Momeni, M., 2012. Population structure, growth and mortality rates of Jinga shrimp, *Metapenaeus affinis* in fishing grounds of Hormozgan Province, Iran. *Caspian Journal of Applied Sciences Research* 1, 29-35.
- Gerami, M.H., Ghorbani, R., Paighambari, S.Y., Momeni, M., 2013. Reproductive season, maturation size (LM50) and sex ratio of *Metapenaeus affinis* (Decapoda: Penaeidae) in Hormozgan shrimp fishing grounds, south of Iran. *International Journal of Aquatic Biology* 1(2), 48-54. DOI: 10.22034/ijab.v1i2.25
- Hill, S.L., Hinke, J., Bertrand, S., Fritz, L., Furness, R.W., Ianelli, J.N., Murphy, M., Oliveros-Ramos, R., Pichegru, L., Sharp, R., Stillman, R.A., 2020. Reference points for predators will progress ecosystem-based management of fisheries. *Fish and Fisheries* 21(2), 368-378. DOI: 10.1111/faf.12434
- Holthuis, L.B., 1980. FAO species catalogue. Vol. 1: Shrimp and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries, FAO Fish. Synop, 271 p.
- Hosseini, A., 2021. Investigation on stock status of Indian shrimp (*Penaeus indicus* H. Milne Edwards, 1837) stocks in coastal waters of Sistan and Baluchistan province. Iranian Fisheries Research Organization. 89 p. (in Persian)
- ICES, 2015. Report of the Fifth Workshop on the Development of Quantitative Assessment Methodologies based on Life-history Traits, Exploitation Characteristics and other Relevant Parameters for Data-limited Stocks (WKLIFE V), 5-9 October 2015, Lisbon, Portugal. ICES CM 2015/ACOM 56, 157. DOI: 10.17895/ices.pub.19283927
- Ju, P., Chen, M., Tian, Y., Zhao, Y., Yang, S., Xiao, J., 2020. Stock status estimating of 5 shark species in the waters around Taiwan using a length-based Bayesian biomass estimation (LBB) method. *Frontiers in Marine Science* 7, 632. DOI: 10.3389/fmars.2020.00632
- Kamrani, E., Amiri, Majazi, B., Safaei, M., 2004. Reproductive biology of Jinga Shrimp (*Metapenaeus affinis*) in coastal waters of Hormozgan province, Southern Iran. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 13(4), 151-160. (in Persian). DOI: 10.22092/isfj.2004.113792
- Liang, C., Xian, W., Liu, S., Pauly, D., 2020. Assessments of 14 exploited fish and invertebrate stocks in Chinese waters using the LBB method. *Frontiers in Marine Science* 7, 314. DOI: 10.3389/fmars.2020.00314
- Link, J., 2010. Ecosystem-based fisheries management: confronting tradeoffs. Cambridge University Press. 207p.
- Mathews, C.P., Al-Hossaini, M., Abdul Ghaffar, A.R., Al-Shouani, M., 1987. Assessment of short-lived stocks with special reference to Kuwait's shrimp fisheries. A contract of the results obtained from traditional and recent size-based techniques, mariculture and fisheries department Kuwait Institute for scientific research, Safat, Kuwait pp. 47-166.

- Mildenberger, T.K., Taylor, M.H., Wolff, M., 2017. TropFishR: an R package for fisheries analysis with length-frequency data. *Methods in Ecology and Evolution* 8 (11), 1520-1527. DOI: 10.1111/2041-210X.12791
- Mohammed H.M., 1995. Population dynamics and exploitation of *Metapenaeus affinis* in Kuwaiti waters. *Naga, the ICLARM Quarterly* 18(2), 38-41.
- Mohammed, H.M., Bishop, J.M., Ye, Y., 1998. Kuwait's post Gulf-War shrimp fishery and stock status from 1991/92 through 1995/96. *Reviews in Fisheries Science* 6(3), 253-280. DOI: 10.1080/10641269891314276
- Momeni, M., Kamrani, E., Safaie, M., Kaymaram, F., 2018. Population structure of banana shrimp, *Penaeus merguensis* De Man, 1888 in the Strait of Hormoz, Persian Gulf. *Iranian Journal of Fisheries Science* 17(1), 47-66.
- Myers, R.A., Mertz, G., 1998. The limits of exploitation: a precautionary approach. *Ecological Applications* 8(sp1), S165-S169. DOI: 10.1890/1051-0761(1998)8[S165:TLOEAP]2.0.CO;2
- Palomares M.L.D., Pauly, D., 2021. SeaLifeBase. World Wide Web electronic publication. <<http://www.sealifebase.org>>, version (08/2021).
- Palomares, M.L.D., Froese, R., Derrick, B., Noël, S.-L., Tsui, G., Woroniak, J., Pauly, D., 2018. A preliminary global assessment of the status of exploited marine fish and invertebrate populations, in A Report Prepared by the Sea Around Us for OCEANA, (Washington, DC: OCEANA), 64 p.
- R Core Team, 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org>.
- Razek, F.A.A., Ragheb, E., El-Deeb, R.S., Ahmed, H.O., 2022. Growth pattern and stock assessment of Jinga shrimp *Metapenaeus affinis* (H. Milne Edwards, 1837) (Decapoda, Penaeidae) from the southeastern Mediterranean of the Egyptian coasts. *The Egyptian Journal of Aquatic Research* 48(1), 83-90.
- Safaie, M., 2012. Population dynamics of dominant shrimps in northeast of Qeshm Island. *Persian Gulf and Oman sea research center* 3(21), 14. (In Persian)
- Saputra S.W., Solichin A. and Taufani W.T. 2018, February. Stock Analysis of *Metapenaeus affinis* (H. Milne Edwards, 1837) on the North Coast of Central Java, Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 116, No. 1, p. 012004). IOP Publishing.
- Wang, X., He, Y., Du, F., Liu, M., Bei, W., Cai, Y., Qiu, Y., 2021. Using LBB Tools to Assess Miter Squid Stock in the Northeastern South China Sea. *Frontiers in Marine Science* 7, 518627. DOI: 10.3389/fmars.2020.518627
- Wang, Y., Wang, Y., Liu, S., Liang, C., Zhang, H., Xian, W., 2020. Stock assessment using LBB method for eight fish species from the Bohai and Yellow Seas. *Frontiers in Marine Science* 7, 164. DOI: 10.3389/fmars.2020.00164
- Yue, L., Wang, Y., Zhang, H., Xian, W., 2020. Stock Assessment Using the LBB Method for *Portunus trituberculatus* collected from the Yangtze Estuary in China. *Applied Sciences* 11(1), 342. DOI: 10.3390/app11010342
- Zhang, J., Wang, M.J., Zhang, Z., Sun, H., Wu, Y.W., Tian, W.X., Qiu, S.Z., Su, G.H., 2020. A comprehensive review of the leak flow through micro-cracks (in LBB) for nuclear system: morphologies and thermal-hydraulic characteristics. *Nuclear Engineering and Design* 362, 110537. DOI: 10.1016/j.nucengdes.2020.110537