**شیلات، مجله منابع طبیعی ایران**
دوره ۷۵، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱
صفحات ۵۱۹-۵۰۷

# ارزیابی ذخایر شاه میگوی آب شیرین (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) در سد ارس جهت ارائه مدیریت صید پایدار

**علی حقی وایقان[1*]، ناصر آق[2]**

*۱. گروه اکولوژی و مدیریت ذخایر آبزیان، پژوهشکده آرتمیا و آبزی پروری، دانشگاه ارومیه، ارومیه*
*۲. گروه تکثیر و پرورش آبزیان، پژوهشکده آرتمیا و آبزی پروری، دانشگاه ارومیه، ارومیه*

**تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۱۱/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۰۹**

DOR: 20.1001.1.20085729.1401.75.4.3.8

## چکیده

سد ارس دارای اهمیت اکولوژیک و اجتماعی-اقتصادی برای استان آذربایجان غربی محسوب می‌شود که یکی از منابع صادراتی بکر و با اهمیت آن شاه میگوی دراز آب شیرین (*Astacus leptodactylus*) است. به منظور بررسی وضعیت ذخایر این گونه از دو مدل CMSY و BSM با استفاده از داده‌های صید سال ۱۳۹۲-۱۳۹۷ استفاده شد و همچنین یک عملیات نمونه برداری در تیرماه ۱۴۰۰ در دریاچه سد ارس صورت پذیرفت. میانگین وزن صید شده برابر با ۸۸/۹۱ گرم، طول کل ۱۳/۸۸ و طول کاراپاس ۷/۵ سانتی متر ثبت شد. میزان CPUE محاسبه شده در ایستگاه $SI_1$ و در ایستگاه $SI_2$ به ترتیب برابر ۰/۰۶ و ۰/۰۱۳ (عدد در هر تله در شبانه روز) محاسبه گردید. شاخص‌های نقاط مرجع شیلاتی شاه میگوی سد ارس به دست آمده از دو مدل CMSY و BSM، حداکثر میزان برداشت پایدار از منابع شاه میگوی سد ارس بین ۱۸ تا ۲۴ تن برآورده کرد. این نتایج بیانگر افت شدید ذخیره و برداشت بیش از حد از میزان صید پایدار طی سالیان گذشته بوده است. بنابراین می‌توان بطور کلی نتیجه گیری نمود که ذخایر شاه میگوی آب شیرین سد ارس به شدت آسیب دیده است و با بررسی شاخص‌های جمعیتی، ذخایر و همچنین دلایل و اثرات کاهش ذخایر می‌توان امید داشت که اگر بازسازی ذخایر با برنامه ریزی و تبیین بهره برداری بر اساس برداشت پایدار باشد، بر مبنای میزان مجاز قابل برداشت، تعیین شده به صورت کاربردی، در این مطالعه می‌توان به بازسازی ذخایر این گونه و جلوگیری از انقراض آن کمک کرد.

**واژگان کلیدی:** ارزیابی ذخایر، شاه میگوی آب شیرین، سد ارس، مدیریت صید پایدار، مدیریت شیلات.

* نویسنده مسئول: علی حقی وایقان
Email: a.haghi@urmia.ac.ir

**Journal of Fisheries**
Vol. 75, No. 4, Winter 2022
pp. 507-519

# Stock assessment of Aras Crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, *1823*) for sustainable fishing management

**Ali Haghi Vayghan[1*], Naser Agh[2]**

*1. Assistant Professor, Department of Ecology & Aquatic Stocks Management, Artemia & Aquaculture Research Institute, Urmia University, P.O. Box 57179-44514, Urmia, Iran*
*2. Professor, Department of Aquaculture, Artemia & Aquaculture Research Institute, Urmia University, P.O. Box 57179-44514, Urmia, Iran*

**Received: 31- Jan -2022** **Accepted: 30-Jun-2022**

## Abstract
Aras dam has ecological and socio-economic importance in the West Azerbaijan province, which freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus*) is one of the pristine and important sources of export. To investigate the stock status of this species, two models CMSY and BSM were used from 2013 to 2018 and catch data were analyzed in this respect. Sampling was performed in July 2021 in Aras Dam reservoir. The average catch weight was 88.91 g, total and carapace length was 13.88 cm and 7.5 cm, respectively. The amount of CPUE (Number per trap per day) calculated per day in Station I and SII were 0.06 and 0.013, respectively. Fisheries reference points obtained from CMSY and BSM models showed that the maximum sustainable yield of Aras Dam crayfish was between 18 and 24 t. These results indicated a sharp decline in stock and fishing over the sustainable yield, during the past years. Therefore, it can be generally concluded that the freshwater crayfish stocks of Aras Dam severely damaged. Considering the population parameters, and stock status, as well as the reasons of stock depletion, it can be hoped that if the stock rebuilding program and also the exploitation is defined based on sustainable harvest and maximum allowable catch planned gathered from the results of this study. Therefore, rebuilding of the stocks of this species and prevent its extinction are possible.

**Keywords:** Stock assessment, Freshwater crayfish, Aras dam, Sustainable fishing management, Fisheries management.

Corresponding author: Ali Haghi Vayghan Email: a.haghi@urmia.ac.ir

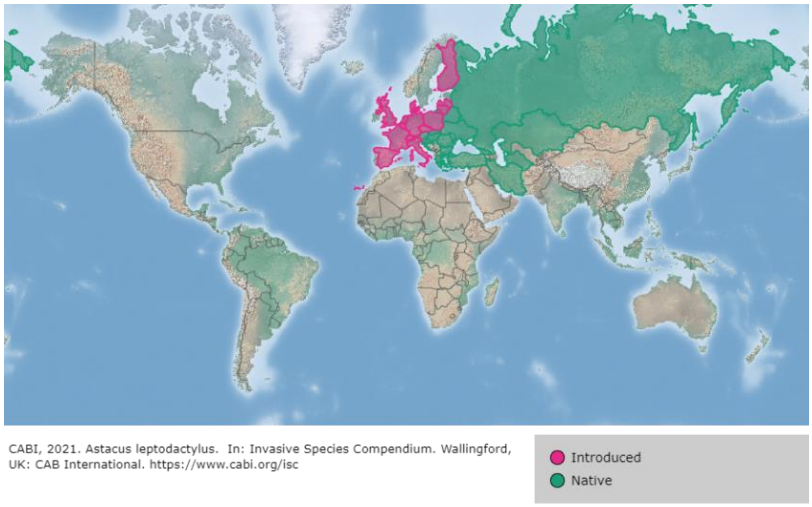
## ۱. مقدمه

سد ارس دارای اهمیت اکولوژیک و اجتماعی-اقتصادی برای استان آذربایجان غربی است. یکی از منابع صادراتی بکر و با اهمیت در این استان شاه میگوی دراز آب شیرین (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, *1823*) در سد ارس است. شاه میگوی (خرچنگ) دراز آب شیرین به بزرگترین راسته از سخت‌پوستان متعلق بوده و به عنوان نمایندگان خزندگان بزرگ-چنگال در آب شیرین شناخته شده‌اند (Holdich, 2002). این گونه در ۲۹ کشور بصورت بومی از جمله ایران و یا معرفی شده پراکنش دارد و مورد بهره برداری قرار می‌گیرد (شکل ۱). شاه میگوی آب شیرین موجود در ایران متعلق به گونه *Astacus leptodactylus* است (Nezami, 1997) که طی دهه‌های گذشته (حوالی سال‌های ۱۳۶۶) به دریاچه پشت سد ارس آذربایجان غربی و در سال‌های ۱۳۸۱ الی ۱۳۸۵ از دریاچه سد ارس به دریاچه پشت سد شورابیل اردبیل رهاسازی شد (Karimpour *et al*,. 2011; Abdolmaleki, 2002). در سال‌های ۱۳۷۵تا ۱۳۸۰ میانگین صید حدود ۵۰ تن درسال و بین سال ۱۳۸۱ الی ۱۳۸۵ به میزان ۲۰۰ تن در سال گزارش شده است (Mohsenpour-azari *et al.*, 2017) اما بیشترین آمار صید در سال ۱۳۸۳ به میزان ۲۱۶ تن به ثبت رسیده است (Karimpour *et al.*, 2011). استان آذربایجان غربی به عنوان قطب تولید شاه میگو در کشور مطرح بود و از جمله تنها محصولاتی محسوب می‌شد که صادرات آن به کشورهای اروپایی بصورت زنده صورت می‌گرفت و در سالهای اخیر سبب اشتغالزایی و ارز آوری خوبی برای استان شده است. این صنعت در سال‌های اخیر با کاهش ۷۶ درصدی و متعاقباً کاهش صادرات و همچنین ارز حاصل روبرو شده است. در سال‌های اخیر میزان صید این گونه در نتیجه کاهش میزان بیومس این گونه به شدت کاهش یافته و پیشنهاد ممنوعیت صید از سوی مدیریت شیلات و آبزیان استان آذربایجان غربی از سال ۱۳۹۸ ارائه گردیده است. از مهم‌ترین عوامل تاثیر گذار در کاهش ذخایر این گونه می‌توان به صید بی‌رویه توسط صیادان مجاز و غیرمجاز اشاره نمود (Mohsenpour-azari *et al.*, 2017). روند کاهشی میزان زیست توده و ذخایر این گونه نشان می‌دهد در سال‌های گذشته سیاست‌های مدیریتی در جهت رعایت استانداردهای صید، میزان حداکثر محصول قابل برداشت (MSY[1])، مدیریت صیادان غیر مجاز و اعمال مناطق صید ممنوع، برنامه‌های بازسازی ذخایر و نهایتاً بررسی پارامترهای جمعیتی و شاخصه‌های ذخایر این گونه به خوبی انجام نشده است. جهت مدیریت ذخایر شاه میگو نیازمند آگاهی از وضعیت ذخیره در گذشته و برنامه‌ریزی برای مدیریت بهره‌برداری در آینده است.

امروزه روش های ارزیابی ذخایر آبزیان با بکارگیری داده‌های صید بطور گسترده‌ای برای ذخایری که اطلاعات محدودی وجود دارد در ایران (Haghi Vayghan *et al.*, 2021, 2022) و سایر کشورها (Froese *et al.*, 2017; Zhou *et al.*, 2019) در حال توسعه است. از جمله روش هایی که امروزه بطور وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرد، روش صید-حداکثر محصول پایدار (CMSY[2]) (Martell and Froese, 2013; Froese *et al.*, 2017) است که در مقایسه با سایر روش‌ها، تلاش می‌کند تا سری‌های زمانی زیست‌توده، مرگ‌ومیر صیادی و دو شاخص مهم مرجع شیلاتی یعنی زیست‌توده حداکثر محصول پایدار ($B_{MSY}$) و مرگ و میر صیادی حداکثر محصول پایدار ($F_{MSY}$) را بر اساس تاریخچه صید تخمین بزند (Zhou *et al.*, 2019). پایش ذخایر و ارائه راهکارهای مدیریتی صید پایدار شاه میگوی سد ارس با عنایت به اهمیت صادراتی برای استان آذربایجان غربی اهمیتی دوچندان دارد. در این میان با توجه به لزوم حفاظت از گونه‌های بومی، بررسی شاخص‌های جمعیتی و ذخایر شاه میگوی آب شیرین در دریاچه سد ارس بسیار استراتژیک

[1] Maximum Sustainable Yield
[2] Catch-Maximum Sustainable Yield

محسوب می شود. از اینرو، مطالعه حاضر با بررسی روند صید در سال‌های گذشته با استفاده از مدل صید-حداکثر محصول پایدار و مدل تولید مازاد بیزین (BSM[1])، شاخص‌های اصلی جمعیت را استخراج و ذخایر این گونه مهم با استفاده از اطلاعات و سوابق سال‌های گذشته تحلیل شد. جهت صحت سنجی نیز وضعیت موجود با انجام نمونه‌برداری و بررسی وضعیت ذخیره حال حاضر صحت سنجی شد تا بتوان در ادامه راهکارهای مدیریتی جهت بازسازی و حفاظت از ذخایر این گونه و برنامه‌های مدیریتی برداشت پایدار را ارائه داد.




**شکل ۱- نقشه پراکنش جهانی *Astacus leptodactylus***
**(مناطق قرمز بیانگر معرفی (Introduced) این گونه و مناطق سبز بیانگر بومی بودن (Native) این گونه در آن کشورها می‌باشد) (CABI, 2021)**

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۲.۱. منطقه مورد مطالعه و داده‌های شیلاتی

منطقه مورد مطالعه دریاچه مخزنی سد ارس واقع در شمال استان آذربایجان غربی است (شکل ۲). با توجه به محدودیت دسترسی به داده‌های صید و صیادی و به دلیل عدم ثبت این اطلاعات بصورت مدون، داده‌های صید مربوط به ۶ سال گذشته از سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۷ از کتابچه‌های ثبت اطلاعات مدیریت شیلات و آبزیان استان آذربایجان غربی جمع‌آوری و برای محاسبه وارد مدل شدند (شکل ۲). با توجه به محدودیت اعمال شده از سوی مدیریت شیلات و آبزیان استان صید شاه میگوی آب شیرین در سد ارس از سال ۱۳۹۸ ممنوع اعلام شد.

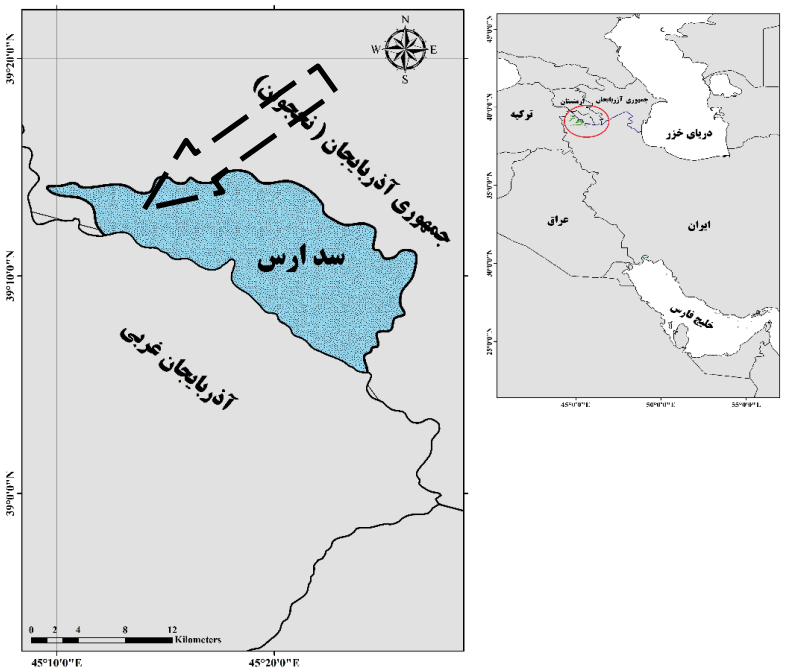
### ۲.۲. تجزیه و تحلیل داده‌ها و بررسی وضعیت ذخیره

از روش‌هایی که امروزه بطور گسترده مورد توجه قرار گرفته است، روش صید-حداکثر محصول پایدار (CMSY) (Martell and Froese, 2013; Froese *et al.*, 2017; Zhou *et al.*, 2019) است. برای ارزیابی نتایج حاصل از مدل صید-حداکثر محصول پایدار، تخمین‌های انجام شده توسط این روش با داده‌های شبیه سازی شده که مقادیر درست شاخص‌ها و داده‌های زیست‌توده در آن مشخص هستند، مقایسه می‌شوند. برای ارزیابی در مورد صیادی‌های انجام شده در دنیای واقعی، پیش‌بینی‌های روش صید-حداکثر محصول پایدار، با شاخص‌ها و تخمین‌های مربوط به فراوانی بدست آمده از ذخایری که

[1] Bayesian Surplus Production

بطور کامل یا تا حدودی ارزیابی شـــده‌اند (که برای آن‌ها علاوه بر داده‌های صـید، داده‌های زیسـت‌توده یا صـید به ازای واحد تلاش نیز موجود هسـتند)، مقایسـه می‌شـوند. برای نیل به این هدف، مدل تولید مازاد بیزین (BSM) (Meyer and Millar, 1999) که شـــاخص‌های میانگین نرخ رشـد آنی (r)، ظرفیت حمل (k) و حداکثر محصـول پایدار (MSY) را به کمک داده های صـــید و فراوانی پیش‌بینی می‌کند، به کار گرفته شـــد. این دو روش بر مبنای مدل تولید مازاد گراهام-شـــیفر طبق معادله ۱ بدســـت آمد و وابســـته به محدوده‌های اولیه r و k و دامنه‌های احتمالی اندازه ذخیره در ســـال‌های اول و آخر سری‌های زمانی است (Martell and Froese, 2013):

$$B_{y+1} = By + rBy\left(\frac{1-By}{k}\right)e^{s^1} - Cy_{e^{s^2}} \qquad (۱)$$




**شکل ۲- موقعیت منطقه مطالعاتی سد ارس**

در رابطه شماره ۱، $B_{y+1}$ زیست‌توده بهره‌برداری شده در سـال بعد $y+1$، $By$ زیسـت‌توده جاری، $Cy$ صـید در سـال y، r و k به ترتیب، میانگین نرخ رشـد آنی جمعیت و ظرفیت حمل‌اند که مقادیر آن‌ها با استفاده از معادله کاهش (d) و اشباع ذخیره‌سازی (S) بشرح ذیل بدست آمد:

$$d = 1 - s \qquad (۲)$$

$$S = 1 - \frac{B_y}{K_y} \qquad (۳)$$

$e^{s^1}$ و $e^{s^2}$ به ترتیب، مربوط به خطای پردازش و خطای مشـــاهده هســـتند. در حقیقت روش تولید مازاد بیزین برای تخمین تغییر پذیری در پویایی های جمعیت (خطای پردازش) و اندازه‌گیری و نمونه برداری (خطای مشاهده) به کار برده شد.

شاخص‌های تخمین زده شده توسط دو مدل CMSY و BSM، حداکثر محصـــول پایدار (MSY)، مرگ و میر صـــیادی حداکثر محصـــول پایدار ($F_{MSY}$) و زیســـت‌توده حداکثر محصول پایدار ($B_{MSY}$) هستند که برای محاسبه این شـــاخص‌ها رابطـه‌هـای زیر بکـار گرفتـه شـــد (Zhou *et al.*, 2017):

$$MSY = \frac{rk}{4} \qquad (۴)$$

$$F_{msy} = \frac{r}{2} \quad (۵)$$

$$B_{msy} = \frac{k}{2} \quad (۶)$$

بطور عمومی یک محدوده اولیه برای شاخص r بر اساس طبقه‌بندی انعطاف‌پذیر در سایت www.FishBase.org و یا www.sealifebase.se (Froese *et al.*, 2017) برای هر گونه تعیین شده است و با توجه به اینکه گونه شاه‌میگوی آب شیرین به عنوان گونه‌ای با انعطاف‌پذیری متوسط در نظر گرفته می‌شود، بصورت ۰/۸- ۰/۲ تنظیم گردید.

برای ذخایری که دارای داده‌های محدود هستند، تخمین فراوانی به کمک ضریب قابلیت صید (q) در معادله ۷ امکان‌پذیر است:

$$CPUE_y = qB_y \quad (۷)$$

در این رابطه $CPUE_y$ و $B_y$ به ترتیب بیانگر میانگین صید به ازای واحد تلاش و زیست‌توده در سال y هستند و q ضریب قابلیت صید است. در ادامه پویایی فراوانی به عنوان CPUE به کمک رابطه ۸ و مقادیر اولیه q از رابطه ۹ استخراج شد:

$$CPUE_{y+1} = CPUE_y + r\left(1 - \frac{CPUE_t}{qk}\right)CPUE_t - qC_t \quad (۸)$$

$$Y = rB(1 - {}^{B}/_{k}) \quad (۹)$$

در رابطه ۹، Y ثابت محصول برای B است و سایر شاخص‌ها هم در معادله ۱ تعریف شده‌اند.

### ۲،۳. توسعه مدل و تجزیه و تحلیل داده‌ها

به جهت اطمینان از شرایط موجود اکوسیستم و صحت‌سنجی ذخایر شاه‌میگوی سد ارس یک عملیات نمونه‌برداری در پایان تیرماه ۱۴۰۰ برنامه‌ریزی شد. مجموعاً تعداد ۸ ایستگاه پیش فرض (۴ ایستگاه در سمت ایران (SI)) (۴ ایستگاه در سمت نخجوان (SN) تعیین گردید (شکل ۳). در هر ایستگاه تعداد ۳۰ تله قیفی (Funel) به همراه طعمه (ماهی کاراس) مطابق روش Abdolmaleki و همکاران (۱۳۸۶) به مدت ۳ شبانه روز در دریاچه قرار داده شد. پس از مدت زمان ۳ روز تله‌ها خارج و میزان صید ثبت شد. میزان صید به ازای واحد تلاش در شبانه روز (عدد در هر تله در شبانه روز) محاسبه گردید. وزن و طول (کل و کاراپاس) نمونه‌های صید شده با استفاده از ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۱ گرم) و کولیس (با دقت ۰/۱ میلی متر) ثبت گردید.

**شکل ۳- تصویر موقعیت ایستگاه‌های تله‌گذاری شاه‌میگوی آب شیرین در سد ارس**

### ۲.۴. تجزیه و تحلیل‌های آماری

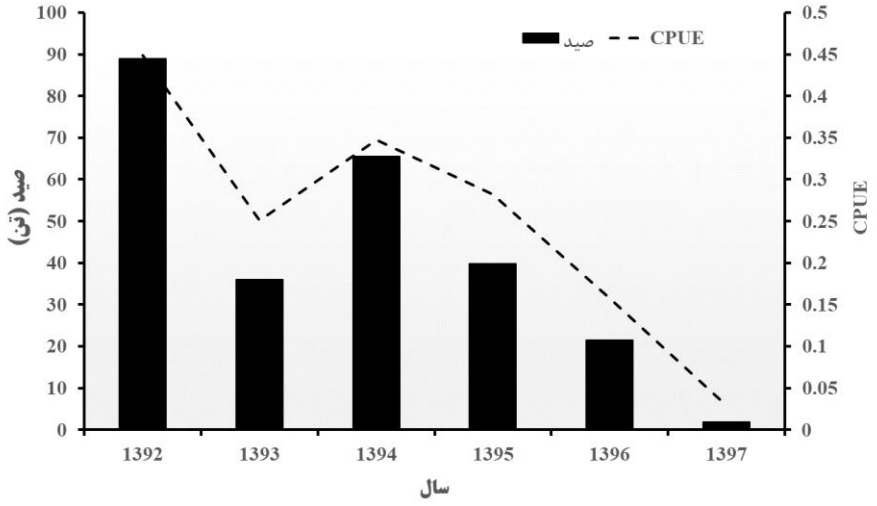
تمامی مسیر مدل‌سازی با استفاده از پکیج Catch-MSY در نرم‌افزار R و محیط R studio (نسخه ۴۴۶-۱-۱) انجام شد، هم‌چنین برای تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۶) استفاده گردید. سطح معناداری و فاصله اطمینان به ترتیب ۰/۰۵ و ۹۵درصد در نظر گرفته شد.

## ۳. نتایج

میزان صید شاه‌میگوی آب شیرین در سد ارس طی سال‌های ۱۳۹۲ الی ۱۳۹۷ روند نزولی را داشت. این موضوع با توجه به عدم صید پایدار و توجه به ذخایر منجر به کاهش سریع ذخیره شده است (شکل ۴). میزان صید در سال ۱۳۹۲ حدود ۸۹ تن گزارش شد و در سال ۱۳۹۷ حدود ۱۹۱۶ کیلوگرم به ثبت رسید. در طی عملیات نمونه‌برداری تعداد ۴ عدد شاه میگو در تله‌های مستقر شده طی ۳ روز به دام افتاد. در ایستگاه $SI_2$ یک نمونه با جنسیت نر و در ایستگاه $SI_1$ ۳ نمونه که شامل ۲ عدد نر و یک عدد ماده صید شد. میانگین (انحراف معیار±) وزن صید شده برابر با (۴۶/۳۴±)۸۸/۹۱ گرم، طول کل(۲/۴۶±) ۱۳/۸۸ سانتی متر و طول کاراپاس (۰/۹۳±) ۷/۵ سانتی متر ثبت شد. میزان CPUE (عدد در هر تله در شبانه روز) محاسبه شده در هر شبانه روز در ایستگاه $S_1$ برابر ۰/۰۶ و در ایستگاه $S_2$ برابر با ۰/۰۱۳ محاسبه گردید. شاخص‌های نقاط مرجع شیلاتی شاه میگوی سد ارس بدست آمده از دو مدل CMSY و BSM در سال ۱۳۹۲-۱۳۹۷ در دریاچه سد ارس در جدول ۱ گزارش شده است. حداکثر میزان برداشت پایدار از منابع شاه‌میگوی سد ارس بین ۱۸ تا ۲۴ تن برآورده شد. نتایج بد ست آمده از دو مدل CMSY و BSM شاه‌میگوی سد ارس بیانگر افت شدید ذخیره و برداشت بیش از حد از میزان صید پایدار طی سالیان گذشته است (شکل ۴ و ۵).

## ۴. بحث و نتیجه‌گیری نهایی

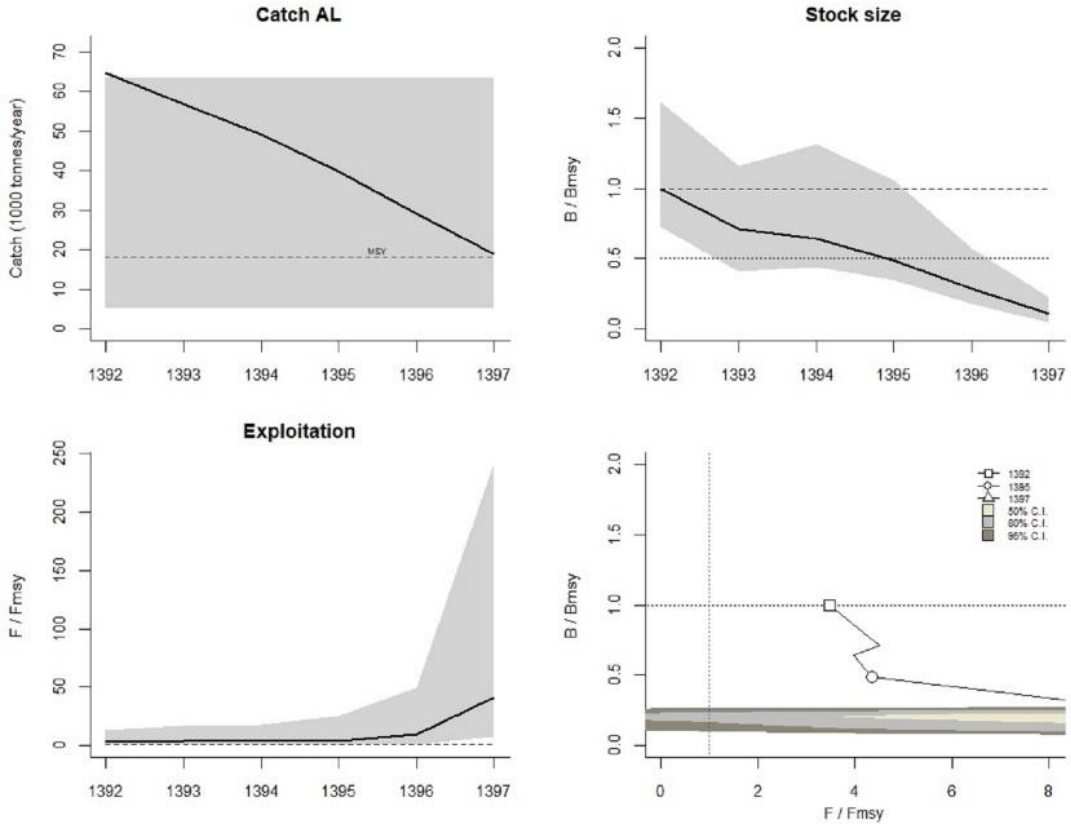
برای استقرار مدیریت و برداشت پایدار از ذخایر آبزیان، اطلاع از وضعیت گذشته و حال ذخیر برای برنامه‌ریزی آتی بسیار حائز اهمیت است. از اینرو، درک ماهیت پویایی ذخیره دارای اهمیت بالایی برای جلوگیری از کاهش ذخیره و نیز برای بازسازی ذخایر آسیب دیده است. در مطالعه اخیر مشخص شد ذخایر موجود این گونه به شدت آسیب یافته است و این نتایج با تحقیقات گذشته روی ذخایر شاه‌میگوی آب شیرین ارس همسو است (Mohsenpour و همکاران، ۱۳۹۸).



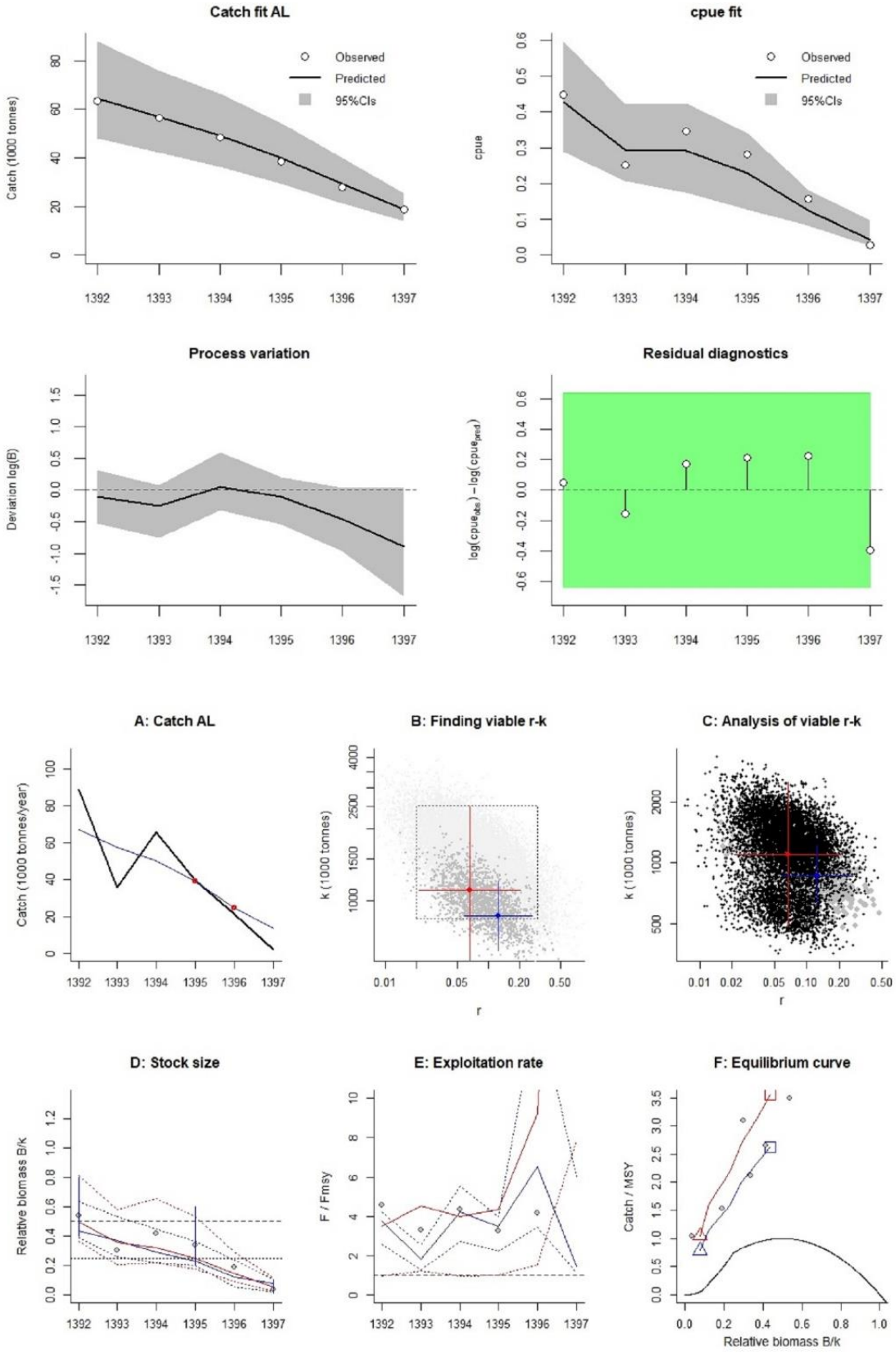

**شکل۴- نمودار روند میزان صید و CPUE (عدد در هر تله در شبانه روز) شاه‌میگوی آب شیرین در دریاچه سد ارس طی سال‌های ۱۳۹۲ الی ۱۳۹۷**

**جدول ۱- مقایسه شاخص‌های نقاط مرجع شیلاتی شاه‌میگوی در سد ارس به دست آمده از دو مدل CMSY و BSM در سال ۱۳۹۲-۱۳۹۷ در دریاچه سد ارس (استان آذربایجان غربی)**
**(مقادیر موجود در پرانتز نشان‌دهنده صدک ۲/۵ و ۹۷/۵ است). شاخص‌ها بر اساس تن برآورد شده است.**

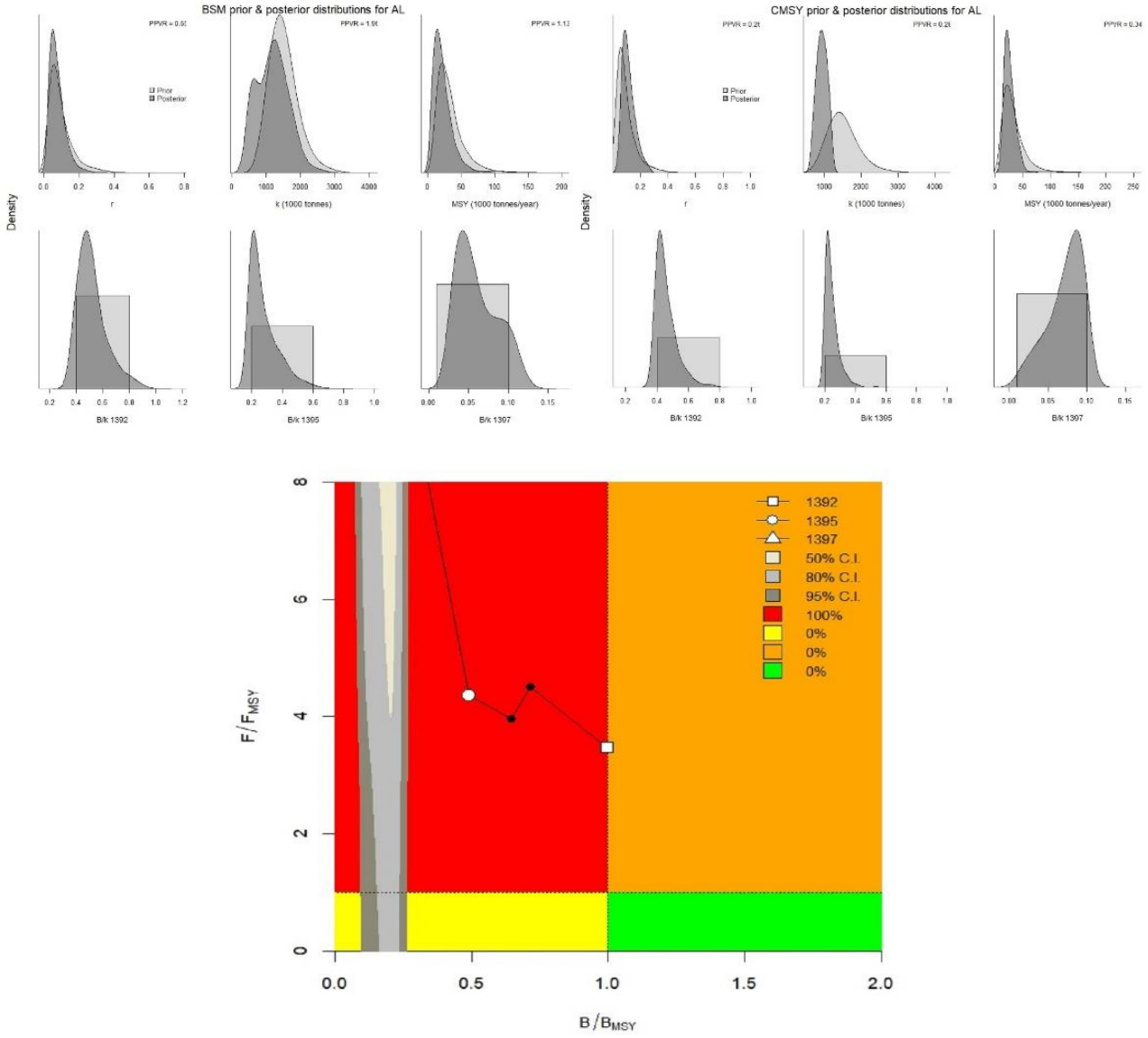
| شاخص | مدل CMSY | مدل BSM |
|---|---|---|
| زیست توده ($B$) | ۶۸/۹ (۸۵/۶ -۱۶/۷) | ۶۰/۶ (۱۲۶ -۲۷/۷) |
| حداکثر محصول پایدار(MSY) | ۲۴/۷ (۵۰/۲-۱۳/۷) | ۱۸/۲ (۶۳/۵ – ۵/۲۱) |
| زیست‌توده حداکثر محصول پایدار($B_{MSY}$) | ۴۳۱ (۶۱۱-۳۰۵) | ۵۵۲ (۱۲۴۷ -۲۴۴) |
| مرگ و میر حداکثر محصول پایدار($F_{MSY}$) | ۰/۰۶۳ | ۰/۰۳۳ |
| زیست‌توده به زیست‌توده حداکثر محصول پایدار($B/B_{MSY}$) | ۰/۱۶ (۰/۱۹۸ -۰/۰۳۸) | ۰/۱۱ (۰/۲۳ -۰/۰۵) |
| مرگ و میر صیادی به مرگ و میر حداکثر محصول پایدار($F/F_{MSY}$) | ۱/۳۸ (۵/۶۹ -۱/۱۱) | ۴۱/۶ (۲۴۱ -۷/۸۸) |
| مرگ و میر صیادی (F) | ۰/۰۲۸ (۰/۱۱۵ – ۰/۰۲۲) | ۰/۳۱۳ (۰/۶۸ -۰/۱۵) |
| زیست‌توده نسبی ($B/K$) | ۰/۰۷۹$k$ | ۰/۰۵۵$k$ |
| ظرفیت حمل (K) | ۸۶۳ (۱۲۲۱-۶۱۰) | ۱۱۰۳ (۲۴۹۴ -۴۸۸) |
| بهره‌برداری F/(r/2) | ۱/۳۸ (۵/۶۹ -۱/۱۱) | ۴۱/۶ (۲۴۱ -۷/۸۸) |
| میانگین نرخ رشد آنی (r) | ۰/۱۲۶ (۰/۲۷۸ – ۰/۰۵۷) | ۰/۶۶ (۰/۲۰۵ – ۰/۰۲۱۳) |




**شکل ۵- نمودارهای مربوط به نتایج بدست آمده از دو مدل CMSY و BSM شاه میگوی آب شیرین سد ارس**


Catch fit AL
Observed
Predicted
95%CIs
Catch (1000 tonnes)
cpue fit
cpue
Process variation
Deviation log(B)
Residual diagnostics
A: Catch AL
Catch (1000 tonnes/year)
B: Finding viable r-k
k (1000 tonnes)
r
C: Analysis of viable r-k
D: Stock size
Relative biomass B/k
E: Exploitation rate
F / Fmsy
F: Equilibrium curve
Catch / MSY

**ادامه شکل ۵**




**ادامه شکل ۵**

در بررسی ذخایر شاه میگو از نظر مقدار صید (عدد) در هر تله در شبانه روز (CPUE) به دلیل اینکه کمتر از ۲ عدد در هر تله در هر ۲۴ ساعت بود، جزو ذخایر فقیر طبقه‌بندی شد (Westman *et al.*, 1990). همچنین طبق طبقه‌بندی دیگر، با توجه به اینکه میزان CPUE (عدد در هر تله در شبانه روز) در ایستگاه $S_1$ برابر ۰/۰۶ و در ایستگاه $S_2$ برابر با ۰/۰۱۳ محاسبه شد (Arens and Taugbøl, 2005) جزء ذخایر فقیر (کمتر از ۰/۵) طبقه‌بندی می‌شود و نمونه برداری اخیر نیز بیانگر این موضوع می‌باشد. دو مدل CMSY و BSM بکاربرده شد. با استفاده از داده‌های سال‌های ۱۳۹۲ الی ۱۳۹۷برای شاه میگوی در دریاچه سد ارس بیانگر فشار مستمر صید طی سالیان استحصال از این گونه بوده است. حداکثر میزان برداشت پایدار از منابع شاه میگوی سد ارس بین ۱۸ تا ۲۴ تن برآورد شد، اما میزان برداشت همواره بیش از توان ذخیره این گونه بود و منجر به افت شدید ذخیره و برداشت بیش از حد از میزان صید پایدار طی سالیان گذشته شده است. این افزایش فشار صید در نتیجه صید و صیادی غیر مجاز نیز تشدید شده و سرعت این کاهش را افزایش داده است. Mohsenpour Azari و همکاران

(۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) در بررسی ذخایر شاه میگو در دریاچه سد ارس با بررسی شاخص‌های جمعیتی آن وضعیت ذخایر را مطلوب بیان کردند و حداکثر محصول قابل برداشت را ۸۳ تن در سال برآورد کردند. در مطالعات روی سایر اکوسیستم‌های آبی در ایران مشخص شد مقدار صید (عدد) در هر تله در شبانه روز (CPUE) شاه میگوی *Astacus leptodactylus* در دریاچه شورابیل اردبیل ۱۳/۹۱ است (Abdolmalaki و همکاران، ۱۳۸۶ و ۱۳۸۸). این مطالعه نشان داد وضعیت ذخایر در شرایط مطلوب قرار دارد ولی فشار صیادی نیز تا حدی وجود دارد. در مطالعات متعددی که توسط Karimpour و همکاران طی سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۸۰ صورت گرفت یافته‌های مناسبی برای بررسی اولیه شاه میگوی دریاچه سد ارس بدست آمد (Karimpour *et al.*, 2011). این مطالعات نشان می‌دهد که ذخایر این گونه در سد ارس در گذشته مطلوب بوده است اما با تشدید صید و صیادی غیرمجاز و همچنین عدم توجه به مدیریت بهینه برداشت از ذخایر منجر به آسیب و نتیجتاً ممنوعیت برداشت از سوی اداره شیلات و آبزیان شده است. Ateş و همکاران در سال ۲۰۰۷ به بررسی شاخص‌های جمعیتی و بازگشت شیلاتی شاه میگوی آب شیرین در شمال دریای مرمر در ترکیه پرداختند. در این مطالعه مرگ و میر صیادی بیش تر از مرگ و میر طبیعی بود ولی میزان نرخ بهره برداری در وضعیت وخیم نبود. در این میان اصلاح سایز تورهای برداشت جهت تعدیل صید و فشار بر ذخیره پیشنهاد گردید. Demirol و همکاران در سال ۲۰۱۷ به بررسی ارزیابی ذخایر شاه میگوی آب شیرین دریاچه پشت سد Keban در ترکیه پرداختند و میزان بیومس موجود بین ۸۰ تا ۸۲ تن برآورد شد که میزان مجاز صید پایدار سالانه حداکثر۲۶ تن بطور کلی برآورد شد. در این مطالعه میزان بیومس موجود بین ۶۰ تا ۶۸ تن برآورد شد، اما میزان برداشت متناسب با آن برنامه ریزی نشده است و این موضوع منجر به آسیب جدی به ذخیره شده است. روند مشابه کاهش در میزان بهره برداری از ذخایر شاه میگو در نتیجه افزایش صید در طی سالیان گذشته در منابع آبی ترکیه نیز گزارش شده است (Harlioğlu *et al.*, 2009). از سوی دیگر Karimpour و همکاران در سال ۲۰۱۱ برای سد ارس میزان حداکثر محصول پایدار را بر اساس میزان صید به ازای واحد تلاش (CPUE) که برابر ۹ شاه میگو در شبانه روز به ازای هر تله بود را حدوداً ۲۳ تن تخمین زدند. لذا، بر اساس مدل سازی حاضر این محاسبات نزدیک به مطالعات گذشته است. میزان میانگین وزن و طول شاه میگوها نیز بر اساس مطالعات گذشته اختلاف زیادی نشان نداده است (Karimpour et al., 2011). از سوی دیگر در مطالعات گذشته صید غیر مجاز در آسیب به ذخایر بسیار تاکید شده است، بطوریکه در لیتوانی میزان صید غیرمجاز ۱۵ تا ۲۰ برابر مجوزهای صادر شده گزارش شده است (Arens, and Taugbøl., 2005). از جمله سایر عوامل کاهش ذخایر به بیماری طاعون، آلودگی و تخریب زیستگاه و عدم مدیریت صید نیز اشاره شده است (Karimpour *et al.*, 2011; Arens, and Taugbøl, 2005). بهرحال، مطالعات گذشته میزان تاثیر بیماری‌های مختلف از جمله طاعون و انگل‌ها در کاهش شدید ذخایر شاه میگوی آب شیرین را کم برآورد کرده‌اند (Harlioğlu *et al.*, 2009; Martín-Torrijos *et al.*, 2017).

## ۵. نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به اهمیت ارزش غذایی (Noverian, *et al.*, 2011) و ارز آوری شاه میگوی آب شیرین ارس، می‌توان بطور کلی نتیجه گیری نمود که ذخایر شاه میگوی آب شیرین در سد ارس به شدت آسیب دیده است و با بررسی شاخص‌های جمعیتی، ذخایر و همچنین دلایل و اثرات کاهش ذخایر شاه میگوی آب شیرین در سد ارس می‌توان امید داشت چنانچه بازسازی ذخایر برنامه ریزی شده صورت پذیرد و همچنین تبیین بهره برداری بر اساس برداشت پایدار و بر مبنای اصول میزان مجاز قابل برداشت باشد، نتایج کاربردی آن می‌تواند منجر به بازسازی ذخایر این گونه و جلوگیری از انقراض آن شود

## ۶. تشکر و قدردانی

بدینوسیله از سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی، مدیریت شیلات و آبزیان استان آذربایجان غربی، اداره محیط زیست شهرستان پلدشت، اداره شیلات و آبزیان شهرستان پلدشت، فرماندهی مرزبانی شهرستان پلدشت و همچنین پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری دانشگاه ارومیه به جهت همکاری و حمایت در این طرح تشکر و قدردانی می‌شود. این طرح طبق قرارداد شماره ۱۹۳۸ مورخ ۱۳۹۹/۱۲/۲۷ و با حمایت مالی سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی انجام یافته است.

## ۷. منابع

## References

Abdolmaleki, S., 2008. Stock assessment of Shorabil lake Crayfish (*Astacus leptodactylus*). Caspian Sea Bony Fish Research Center, Bandar Anzali. 71 p.

Abdolmalaki, S., Ghaninezhad, D., Nahrvar, R., Sayad rahim, M., Khedmati, K., Norozi, H., Rastin, R., 2009. Population dynamics and reproductive biology of crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) in Shorabil Lake (Ardabil Province), northwest of Iran. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 18(3), 109-118.

Arens, A., Taugbøl, T., 2005. Status of freshwater crayfish in Latvia. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* (376-377), 519-528.

CABI, 2021. Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. https://www.cabi.org/isc/datasheet/92630#b6e583cf-b4f1-49b4-ac2e-2c295d6ea017.

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.

Haghi Vayghan, A., Hashemi, S. A., Kaymaram, F., 2021. Estimation of fisheries reference points for Longtail tuna (*Thunnus tonggol*) in the Iranian southern waters (Persian Gulf and Oman Sea). *Iranian Journal of Fisheries Sciences 20*(3), 678-693.

Karimpour, M., Harlioğlu, M. M., & Aksu, Ö. 2011. Status of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus*) in Iran. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, (401), 18.

Haghi Vayghan, A., Ghanbarzadeh, M., 2022. Estimation of Fisheries Reference Points for (*Scomberomorus guttatus* Bloch & Schneider, 1801) Using the Catch-Maximum Sustainable Yield (CMSY) and the Bayesian Surplus Production (BSM) Models in the Southern Waters of Iran (Persian Gulf and Oman Sea). *Journal of Fisheries (Accepted).*

Harlioğlu, A. G., Harlioğlu, M. M., 2009. The status of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz) fisheries in Turkey. *Reviews in Fisheries Science 17*(2), 187-189.

Holdich, DM., Harlioglu MM., Firkins I., 1997. Salinity adaptations of crayfish in British waters with particular reference to *Austropotamobius pallipes*, *Astacus leptodactylus* and *Pacifastacus leniusculus*. Estuarine, *Coastal and Shelf Science* 44,147-154.

Hogger, JB., 1988. Ecology, population biology, and behaviour. In: Holdich DM, Lowery RS, eds. Freshwater Crayfish. Biology, Management and Exploitation. London, Portland: Croom Helm Ltd, 114-144, 424-479.

Holdich, DM., Ackefors, H., Gherardi, F., Rogers WD., Skurdal, J., 1999. Native and alien crayfish in Europe: some conclusions. In: Gheradi F, Holdich DM, eds. Crayfish in Europe as Alien Species. How to Make the Best of a Bad Situation? Brookfield, Rotterdam: AA Balkema, 281-291.

Holdich, DM., 2000. The introduction of alien crayfish species into Britain for commercial production - an own goal? Crustacean Issues, 12, 85-97.

Holdich, D. M. (Ed.),2002. *Biology of freshwater crayfish* (Vol. 702, pp. 125-138). Oxford: Blackwell Science.

Karbassi, A. R., Heidari, M., Vaezi, A. R., Samani, A. V., Fakhraee, M., Heidari, F., 2014. Effect of pH and salinity on flocculation process of heavy metals during mixing of Aras River water with Caspian Sea water. *Environmental earth sciences 72*(2), 457-465.

Martell, S., Froese, R., 2013. A simple method for estimating MSY from catch and resilience. *Fish and Fisheries* 14(4), 504–514.

Martín,Torrijos, L., Campos Llach, M., Pou-Rovira, Q., Diéguez-Uribeondo, J. 2017. Resistance to the crayfish plague, *Aphanomyces astaci* (Oomycota) in the endangered freshwater crayfish species, *Austropotamobius pallipes*. *PLoS One 12*(7), 0181226.

Mohsenpour-azari, A., Mohebi, F., Ahmadi, R., Alizadeh, Z., Abaspour, A., Mostafazadeh, B., Ganji, S., Shiri, S., 2017. Stock assessment of Aras Dam Crayfish (*Astacus leptodactylus*). Iranian fisheries science institute. 172 p.

Nezami, S. 1997. Crayfish in Iran. *Crayfish News 19*(2), 7.

Noverian, H., Vayghan, A. H., Valipour, A. R., 2011. Effect of different levels of astaxanthin on shell color and growth indices of freshwater Crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschcholtz, 1823). *World Journal of Fish and Marine Sciences 3*(4), 269-274.

Zhou, S., Chen, Z., Dichmont, C.M., Ellis, A.N., Haddon, M., Punt, A.E., Smith, A.D.M., Smith, D.C., Ye, Y., 2016. Catch-based methods for data-poor fisheries. Report to FAO. CSIRO, Brisbane, Australia.

Zhou, S., Punt, A.E., Ye, Y., Ellis, N., Dichmont, C.M., Haddon, M., Smith, D.C., Smith, A.D., 2017. Estimating stock depletion level from patterns of catch history. *Fish and Fisheries* 18(4), 742–751.

Zhou, S., Fu, D., DeBruyn, P., Martin, S., 2019. Improving data limited methods for assessing Indian Ocean neritic tuna species. Report to Indian Ocean Tuna Commission, Victoria, Seychelles.