



تخمین پارامترهای رشد و مرگومیر ماهی مرکب ببری، *Acanthosepion pharaonis* (Ehrenberg, 1831) در آب‌های استان هرمزگان

محدثه علی‌زاده نانگی^۱، مسلم دلیری^{۱*}، علی سالارپوری^۲

^{۱*} - گروه شیلات دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

^۲ - پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

نوع مقاله:	چکیده
پژوهشی	مقدمه: ماهی مرکب ببری (<i>A. pharaonis</i>) به دلیل ارزش تجاری و صادراتی بالایی که دارد توسط ابزارهای صید مختلفی مانند ترال، گرگور و تورهای گوشگیر در منطقه خلیج فارس و دریای عمان صید می‌شود. اگرچه ارزیابی‌های جامع از وضعیت ذخایر این گونه در دست نیست، اما شواهد نشان می‌دهد که ذخایر آن در منطقه تحت فشار صیادی است. پژوهش حاضر با هدف بررسی رشد و مرگومیر ماهی مرکب ببری بر اساس مدل‌های مبتنی بر داده‌های سنی در آب‌های استان هرمزگان انجام شد و یافته‌های آن می‌تواند به مدیران شیلاتی جهت تدوین استراتژی‌های حفاظتی و بهره‌برداری از ذخیره این گونه کمک کند.
تاریخچه مقاله:	مواد و روش‌ها: تعداد ۱۰۹ نمونه (۷۶ عدد نر و ۳۳ ماده) در طول در ماه‌های مهر تا اسفند ۱۴۰۲ به روش‌های گرگور و ترال قایقی در مناطق بندرلنگه، قشم و بندرعباس جمع‌آوری شد. در آزمایشگاه نمونه‌ها زیست‌سنجی گردید و از طریق کالبد شکافی صفحات استخوانی بدن آن‌ها جداسازی شد و پس از فرآینده آماده‌سازی، لاملاهای روی قسمت مخطط آن‌ها به روش خوانش ۳ مرحله‌ای زیر دستگاه لوپ شمارش شد. پارامترهای رشد (L_{∞} و k) برای هر دو جنس نر و ماده به روش گولاند و هولت برآورد شد. ضرایب مرگ و میر کل (Z) و مرگ و میر طبیعی (M) نیز به ترتیب با استفاده از روش منحنی صید و مدل وابسته به سن معرفی شده توسط چن و واتنابه برآورد گردید.
کلمات کلیدی:	نتایج: حداقل، حداکثر و میانگین ($\pm SD$) طول ماننل برای نمونه‌های جنس نر ۶۲، ۳۳۰ و $135/4 \pm 67/1$ میلی‌متر و برای جنس ماده ۵۷، ۳۰۰ و $104/4 \pm 54/2$ میلی‌متر بود. مدل رشد طول ماننل - سن و برتالانفی برای جنس‌های نر و ماده به ترتیب $Lt(mm)=342[1-\exp(-0.27(t-0.00))]$ و $Lt(mm)=316[1-\exp(-0.30(t-0.00))]$ (آزمون حداکثر درست‌نمایی، $P<0/05$)، ضرایب مرگ و میر کل (Z)، طبیعی (M) و صیادی (F) به ترتیب برای جنس نر ۱/۷۳، ۳/۱۴ و ۲/۷۳ و برای جنس ماده ۱/۴، ۷۹/۴۶ و ۱/۳۵ در سال تخمین زده شد. نرخ بهره‌برداری (E) برای جنس‌های نر و ماده نیز به ترتیب ۰/۶۱ و ۰/۴۳ به دست آمد.
مدیریت صید، خلیج فارس	بحث: نتایج پژوهش حاضر بیانگر روند افزایشی مرگومیر صیادی گونه ماهی مرکب ببری نسبت به گزارشات پیشین در منطقه خلیج فارس است که با توجه به همپوشانی فصل صید و تولیدمثل این گونه، ادامه این روند ممکن است باعث آسیب جدی به ذخیره آن شود. بنابراین پیشنهاد می‌شود که روند صید این گونه و ابزارهای

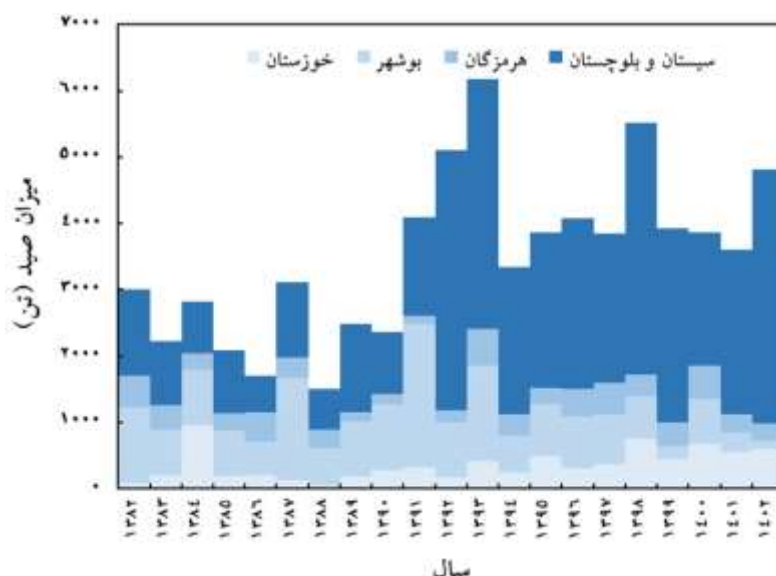
صید آن به صورت مستمر پایش و نظارت شوند تا بتوان با تشکیل یک پایگاه داده قوی وضعیت آینده ذخیره را پیش‌بینی و مدل‌سازی کرد.

مقدمه

سرپایان (Cephalopoda) رده‌ای از جانوران آبزی هستند که شامل گونه‌های متنوعی از نرم‌تنان مانند اختاپوس‌ها، ماهی‌های مرکب و اسکویید می‌شوند. جایگاه این موجودات در زنجیره غذایی اکوسیستم‌های آبی هم به عنوان شکارچی اصلی و هم طعمه سایر گونه‌ها شناخته شده است (Boyle & Rodhouse, 2008). ماهی‌های مرکب (راسته: Sepiida) به دلیل ارزش توأمان اکولوژیک و تجاری که دارد از اهمیت ویژه‌ای نسبت به سایر گونه‌های سرپایان برخوردار است و توسط شناورهای صید سنتی و صنعتی در سراسر آب‌های گرمسیری و نیمه‌گرمسیری دنیا تحت بهره‌برداری و صید می‌باشد. گونه ماهی مرکب ببری با نام علمی *Acanthosepion pharaonis* Ehrenberg, 1831 با پراکنش وسیع در سراسر منطقه اقیانوس هند و آرام (از دریای سرخ و سواحل شرقی آفریقا تا جنوب شرقی آسیا و آب‌های شمالی استرالیا) یکی از مهم‌ترین گونه‌های سرپایان در منطقه شناخته می‌شود (Riad et al., 2015). این گونه به دلیل نرخ رشد سریع، چرخه زندگی کوتاه و ارزش تجاری قابل توجه، از نظر شیلاتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و به عنوان گونه هدف در ابزارهای صید مختلف صید و عرضه می‌شود (Barrett et al., 2022, Boyle & Rodhouse, 2005, Nabhitabhata et al., 2022). اگرچه ارزیابی‌های جامع جهانی از وضعیت ذخایر ماهی مرکب ببری (*A. pharaonis*) در دست نیست، اما مطالعات منطقه‌ای نشان می‌دهد که صید بی‌رویه از ذخایر این گونه (چه از نظر رشد و چه از نظر رکرویت‌منت) در مناطق خاصی از جمله اقیانوس هند (به ویژه خلیج سوئز مصر، دریای سرخ عربستان سعودی و آب‌های ساحلی هند) و بخش‌هایی از جنوب شرقی آسیا (به ویژه تایلند) اتفاق افتاده است (Mehanna et al., 2014; Farhadi & Anderson, 2021, Barrett et al., 2022).

تاکنون تقریباً ۲۰ گونه از خانواده ماهی مرکب (Sepiidae) شامل ۸ گونه از جنس *Sepia* (۷ گونه) و *Sepiella* (۱ گونه) در خلیج فارس و دریای عمان ثبت و

گزارش شده است، ماهی مرکب ببری (*A. pharaonis*) در آب‌های جنوب کشور هم به عنوان صید ضمنی در ترال میگو و هم از طریق روش‌های هدفمند مانند تله، تورهای گوشگیر و ترال کف صید می‌شود (Valinassab et al., 2006; Paighambari & Daliri, 2012; Salahi-Gazaz et al., 2015). بر اساس بانک اطلاعات کمیته صید سازمان شیلات ایران (اطلاعات منتشر نشده)، روند صید ماهی مرکب در آب‌های جنوب کشور در دهه ۱۳۹۰ شمسی نسبت به دهه ۸۰ رشد قابل ملاحظه‌ای داشته است به طوری که از مقدار متوسط ۲۳۶۶ تن در سال به ۴۲۳۱ تن در سال رسیده است؛ اما این مقدار در سال‌های ابتدایی دهه ۴۰۰ کاهشی شده و به مقدار متوسط ۴۰۹۴ تن در سال رسیده است (شکل ۱). اگرچه داده‌های محدودی در مورد اندازه ذخایر ماهی مرکب ببری در آب‌های ایران وجود دارد، تحقیقات موجود نشان می‌دهد که این گونه تحت فشار شدید ماهیگیری است (Hashemi & Doustdar, 2021). بنابراین شناخت هر چه بیشتر ساختار جمعیت این گونه برای ارزیابی ذخایر و مدیریت پایدار صید آن بسیار مهم است. با این حال، مطالعات معدودی در این زمینه انجام شده و غالب تحقیقات انجام شده بر زیست‌شناسی و ریخت‌شناسی (Valinasab, 1993; Niammaimandi & Bakhtyari, 2000; Valinasab et al., 2001)، زیست‌شناسی تولیدمثل (Khodadadi, 2010; Ghazvineh et al., 2012; Sadeghi, 2020a)، عادات غذایی (Niammaimandi, 2020a) و سن و رشد (Mehanna et al., 2014; Niammaimandi, 2020b; Daghoghi, 2023) متمرکز بوده‌اند. در حالی که تحقیقات انجام شده روی تخمین پارامترهای رشد و مرگ و میر این گونه در منطقه عمدتاً به روش آنالیز فراوانی طولی با نرم‌افزار FiSAT انجام شده است، شواهد متقن نشان می‌دهد که این روش به دلیل پویایی سریع رشد افراد جمعیت سرپایان و نوسانات زیاد رشد در افراد یک کوهورت فاقد دقت لازم برای یک تعیین سن مطمئن و قابل اعتماد است (Barrett et al., 2022).



شکل ۱- روند صید گزارش شده ماهی مرکب در آب‌های جنوب کشور در ۲۰ سال اخیر

جهت تدوین استراتژی‌های حفاظتی و بهره‌برداری این منبع ارزشمند کمک نماید.

مواد و روش‌ها

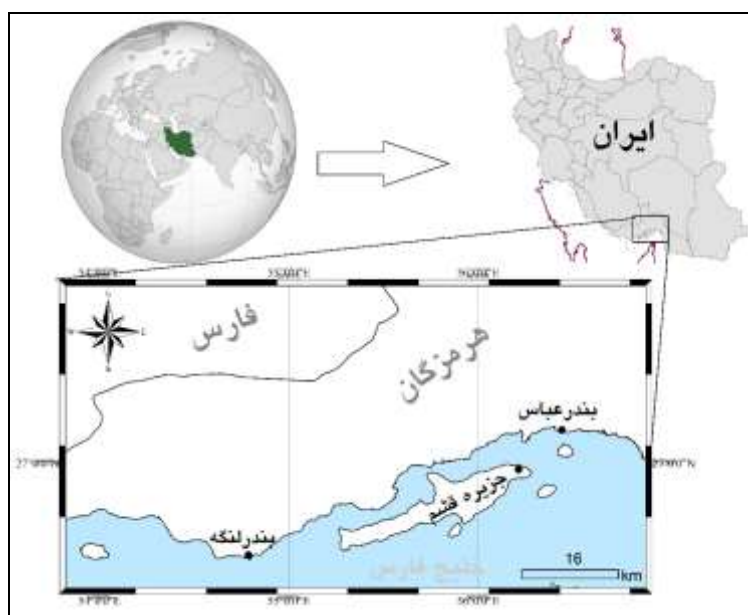
نمونه‌برداری میدانی: جمع‌آوری نمونه‌های ماهی مرکب ببری (*A. pharaonis*) در طول در ماه‌های مهر تا اسفند ۱۴۰۲ با نمونه‌برداری از صید صیادان محلی به روش‌های گرگور و ترال قایقی در مناطق بندرلنگه، قشم و بندرعباس (از صیدگاه‌های عمده این گونه در استان هرمزگان هستند) صورت گرفت و در مجموع ۱۰۹ نمونه شامل ۷۶ نر و ۳۳ ماده جمع‌آوری و به آزمایشگاه انتقال داده شد.

تعیین سن: در آزمایشگاه ابتدا برای هر نمونه یک کد اختصاصی در نظر گرفته شد و سپس پارامترهای طول مانتل (DML) و وزن کل به ترتیب با استفاده از خط‌کش زیست‌سنجی با دقت ۱ میلی‌متر و ترازوی دیجیتال با دقت ۱ گرم اندازه‌گیری و در فرم‌های مخصوص ثبت شد. سپس صفحه استخوانی (Cuttlebone) بدن نمونه‌ها از طریق کالبدشکافی جداسازی شد. حین کالبدشکافی، تعیین جنسیت نمونه‌های بالغ با بررسی اندام‌های تولید مثلی آن‌ها (نرها: وجود بیضه‌ها و کیسه نیدهام حاوی اسپرم؛ ماده‌ها: وجود غده نیدامنتال و ضامثم مربوطه) و برای نمونه‌های بسیار کوچک و نابالغ از روی شکل صفحه استخوانی (در نرها صفحه استخوانی باریک و کشیده و در

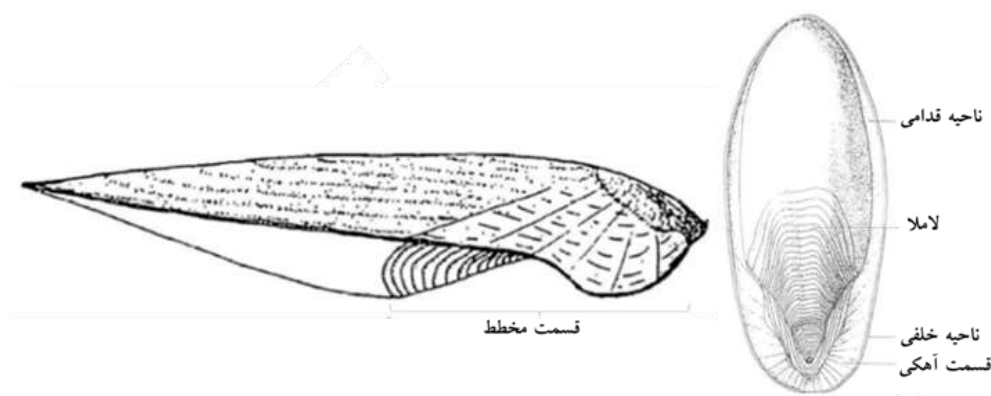
مدیریت صید آبریان یک تخصص ارزشمند و در عین حال چالش برانگیز است و از همه مهم‌تر، تأثیر واقعی بر کیفیت زندگی مردم دارد. تصمیمات اتخاذ شده توسط مدیران شیلات در مورد یک صید تجاری مستقیماً بر درآمد صیادان تأثیر می‌گذارد. از آنجا که این تصمیمات می‌تواند بر یک جامعه یا منطقه تأثیر بگذارد، داشتن اطلاعات و شناخت مناسب ذخایر مانند تاریخچه حیات گونه‌ها و تعاملات بین گونه‌ها، کیفیت زیستگاه و غیره و در نهایت شناخت نیازهای جامعه بهره‌بردار بسیار مهم است. تغییرات جمعیتی گونه‌های آبرزی در طول زمان تحت تأثیر عوامل افزایشی (تولیدمثل و رشد) و کاهش‌ی جمعیت (مرگ‌ومیر و مهاجرت) اتفاق می‌افتد، بنابراین شناخت این عوامل برای توسعه استراتژی‌های مطمئن و پایدار از شیوه‌های صید آن‌ها بسیار ضروری است (Gebremedhin et al., 2021). با توجه به افزایش مستمر شدت تلاش صیادی در آب‌های ایرانی خلیج فارس در سالیان اخیر (Daliri et al., 2025)، تحقیق حاضر با هدف برآورد پارامترهای رشد و مرگ و میر نمونه‌های *A. pharaonis* صید شده در آب‌های استان هرمزگان بر اساس مدل‌های مبتنی بر داده‌های سنی (Age-based models) اجرا شد و یافته‌های آن می‌تواند داده‌های پایه و ضروری را برای ارزیابی ذخایر و مدل‌سازی پیش‌بینی جمعیت آینده این گونه فراهم آورد و همچنین مقایسه این یافته‌ها با گزارش‌های پیشین به مدیران شیلاتی در

صفحات استخوانی از طریق ۳ اپراتور خوانش و شمارش شد (Le Goff *et al.*, 1998). غالباً لاملاها با چشم غیر مسلح قابل مشاهده هستند ولی برای افزایش دقت خوانش لاملاها و وضوح شکل قسمت مخطط صفحات استخوانی از دستگاه لوپ استفاده گردید.

ماده‌ها پهن‌تر است) انجام شد (Riad *et al.*, 2015, 2019). صفحات استخوانی جداسازی شده بلافاصله با آب شستشو داده و تمیز شد و سپس با پارچه نرم نم‌گیری شدند و در معرض هوای آزاد (تحت تابش نور غیرمستقیم خورشید) طی چند روز خشک شدند. سپس لاملاهای روی قسمت مخطط



شکل ۲- منطقه مورد مطالعه در تحقیق حاضر



شکل ۳- نمای جانبی و شکمی صفحه استخوانی ماهی مرکب

می‌کشد تا یک لاملا روی صفحه استخوانی شکل بگیرد. بنابراین از طریق فرمول زیر سن نسبی هر نمونه تخمین زده شد (Chung *et al.*, 2020):

$$a_s = \text{number of lamellae} \times t_l \quad (1)$$

بر اساس تعداد لاملاهای شمارش شده برای هر صفحه استخوانی و مدت زمان لازم برای تشکیل یک لاملا در منابع معتبر، سن نمونه‌ها بر حسب روز تخمین زده شد. بر اساس گزارش Chung و Wang (۲۰۱۳)، اگرچه که سرعت رسوبگذاری لاملاها روی صفحات استخوانی تحت تأثیر ترکیبی از پارامترهای محیطی (مانند دمای آب) و فیزیولوژیک در سرپایان است اما تقریباً ۱/۷۵ روز طول

a_s : سن تخمینی نمونه از روی صفحه استخوانی بر حسب روز، t : مدت زمان لازم برای تشکیل یک لایه روی صفحه استخوانی که به منظور لحاظ نمودن عدم قطعیت در برآورد سن نسبی نمونه، این مدت ۱/۵ تا ۲ روز در نظر گرفته شد.

تخمین پارامترهای رشد و مرگ و میر: پارامترهای طول بی‌نهایت (L_{∞}) و نرخ رشد (k) در مدل رشد طول-سن و برتالانفی با استفاده از روش گولاند و هولت تخمین زده شد (Sparre and Venema, 1998):

$$\frac{\Delta l}{\Delta t} = a + b \times L(t) \quad (2)$$

$$\frac{\Delta l}{\Delta t} = k \times (L_{\infty} - L(t)) \quad \text{mm/month} \quad (3)$$

$$k = -b \quad \text{and} \quad L_{\infty} = -\frac{a}{b} \quad (4)$$

$L(t)$: طول آبی در زمان t ، a : عرض از مبدأ و b : شیب خط رگرسیون است.

مقدار t_0 با استفاده از رابطه تجربی پائولی محاسبه شد (Pauly, 1983):

$$(5)$$

$$\log_{10}(-t_0) = -0.392 - 0.275 \log_{10}(L_{\infty}) - 1.038 \log_{10}(k)$$

مقادیر بهینه پارامترهای L_{∞} ، k و t_0 به روش حداقل مربعات باقیمانده‌ها و با استفاده از افزونه solver در نرم‌افزار اکسل انجام شد (Haddon, 2011):

$$SSQ = \sum (\text{Observed} - \text{Expected})^2 \quad (6)$$

$$SSQ = \sum (Y - (a + bX))^2 \quad (7)$$

SSQ: مجموع مربعات باقیمانده‌ها، observed: داده سنی مشاهداتی و Expected: داده سنی مدل‌سازی شده.

پس از محاسبه مقادیر بهینه پارامترها، منحنی رشد طول-سن و برتالانفی به تفکیک جنس‌های نرها و ماده‌ها با استفاده از معادله زیر برازش شد (Sparre and Venema, 1998):

$$L_t = L_{\infty} \times (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (8)$$

L_t : طول ماهی در سن t ، L_{∞} : طول بی‌نهایت یا حداکثر طولی است که ماهی در طول عمر خود خود ممکن است به آن برسد، k : آهنگ رشد است که در حقیقت نشان می‌دهد ماهی با چه سرعتی به طول بی‌نهایت خود می‌رسد.

مدل وزن-سن و برتالانفی نیز به تفکیک جنسیت به روش زیر محاسبه شد (Sparre & Venema, 1998). لازم به ذکر است برای تخمین W_{∞} در معادله ۹، ابتدا رابطه طول مانندل-وزن نمونه‌های نر و ماده برآورد شد:

$$W_{\infty} = aL_{\infty}^b \quad (9)$$

$$W_t = W_{\infty} \times (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (10)$$

منحنی‌های طول - سن جنس‌های نر و ماده از طریق آزمون نسبت‌درست نمایی (Likelihood Ratio) مورد مقایسه قرار گرفت. برای این منظور ابتدا برای هر سری داده‌های جنس نر و ماده مجموع مربعات باقیمانده‌ها (RSS) با استفاده از رابطه (۱۱) محاسبه گردید:

$$(11)$$

$$RSS = \text{Expected Length} - \text{Observed length}$$

Expected length طول قابل پیش‌بینی نمونه است که با استفاده از معادله رشد برتالانفی محاسبه شد و Observed length نیز طول مشاهده شده نمونه است. با استفاده از افزونه Solver موجود در نرم افزار Excel به طور جداگانه مقادیر RSS داده‌های جنس نر و ماده به حداقل رسانده شد (اصطلاحاً Minimize شدند) سپس مقادیر به دست آمده با هم جمع گردید. سپس از فرمول زیر دو منحنی مورد مقایسه آماری قرار گرفتند:

$$(12)$$

$$x_k^2 = -N \times \ln \left(\frac{RSS_{\Omega}}{RSS_{\omega}} \right)$$

X_k^2 : آماره کای دو با درجه آزادی k (برابر است با تعداد فرض ها و یا همان تعداد پارامترهایی که برابر با هم یکسان فرض شده‌اند)، N : تعداد کل مشاهدات (ترکیب افراد هر دو منحنی)، RSS_{Ω} : جمع کل مجذور باقیمانده‌های بدست آمده از برازش هر دو منحنی

ضریب مرگ و میر صیادی (F) و نرخ بهره‌برداری (E) نیز بر اساس رابطه زیر محاسبه شد (King, 2013):

$$F = Z - M \quad (19)$$

$$E = F/Z \quad (20)$$

در این شرایط بهترین حالت زمانی است که مقدار E برابر ۰/۵ باشد. معمولاً زمانی که ذخیره تحت فشار صیادی باشد مقدار E از ۰/۵ بیشتر است و در صورتی که بهره‌برداری کمتری از ذخیره صورت گیرد میزان E از ۰/۵ کمتر خواهد بود. معمولاً برای آبزیان کوتاه عمر (مثل میگوها و غیره) این مقدار را کمی بالاتر و تا ۰/۷ نیز در نظر می‌گیرند (King, 2013).

نتایج

در شکل ۴ توزیع فراوانی طولی بر اساس طول ماننل (بر حسب میلی‌متر) و وزنی ۷۶ نمونه نر و ۳۳ ماده صید شده در تحقیق آورده شده است که حداقل، حداکثر و میانگین ($\pm SD$) طول ماننل برای نمونه‌های جنس نر ۳۳۰، ۶۲ و ۶۷/۱ $\pm ۱۳۵/۴$ میلی‌متر و برای جنس ماده ۵۷، ۳۰۰ و ۵۴/۲ $\pm ۱۰۴/۴$ میلی‌متر بود. همچنین حداقل، حداکثر و میانگین ($\pm SD$) وزن‌های مشاهداتی برای جنس نر به ترتیب ۳۰، ۲۲۵۲ و ۲۸۹/۵ ± ۵۱۴ و برای جنس ماده ۳۸، ۱۹۱۹ و ۲۲۲/۶ ± ۳۹۶ گرم بود.

رگرسیون‌های خطی تغییرات طول در واحد زمان گولاند و هولت به تفکیک جنسیت در قالب شکل ۵ آورده شده است.

مقدار t_0 خروجی رابطه تجربی پائولی برای جنس نر ۰/۳۱- و برای جنس ماده ۰/۲۹- بدست آمد که پس بهینه‌سازی پارامترهای رشد به روش حداقل مربعات باقیمانده‌ها، مقدار بهینه t_0 عدد صفر برآش شد. با توجه به ضرایب رگرسیون‌های خطی تغییرات طول در واحد زمان، مقادیر L_{∞} ، k و t_0 جنس نر به ترتیب ۳۴۲mm، ۰/۲۷ month⁻¹ و ۰/۰۰ و برای جنس ماده ۳۱۶mm، ۰/۳۰ month⁻¹ و ۰/۰۰ برآورد شد (شکل ۶).

Minimum Sum of Squares از هر منحنی با هم جمع شدند، RSS_{ω} : جمع کل مجذور باقیمانده‌های به دست آمده از برازش منحنی با در نظر گرفتن یکی از فرض‌ها (برای مثال مقدار نرخ رشد (k) برابر است و یا اینکه مقدار L_{∞} در هر دو منحنی برابر است و غیره). اولین گام مقایسه این بود که فرض براین شد که منحنی‌ها کاملاً بر هم منطبق بوده یا به اصطلاح Coincident هستند. بدین معنی که پارامترهای L_{∞} ، k و t_0 در دو منحنی یکسان است، پس در اینجا درجه آزادی برابر ۳ در نظر گرفته شد. با توجه به مقدار کای دو بدست آمده و درجه آزادی مربوط به آن و با استفاده از جدول کای اسکور پذیرفتن یا رد فرض اول (منطبق بودن منحنی‌ها) بررسی شد. سپس با رد شدن فرض اول، دلیل تفاوت احتمالی و اینکه کدام پارامتر یا پارامترها در دو منحنی متفاوت هستند مورد بررسی قرار گرفت (Daliri, 2013, Haddon, 2011).

ضریب مرگ و میر کل (Z) برای هر دو جنس نر و ماده نیز به روش منحنی صید (که برابر شیب خط $(-b)$ منحنی است) محاسبه شد (Sparre & Venema, 1998). ضریب مرگ و میر طبیعی (M) نیز به تفکیک جنسیت و با استفاده از مدل وابسته به سن معرفی شده توسط چن و واتنابه نیز برآورد شد (Chen & Watanabe, 1989):

$$M_{(t)} = \frac{k}{(1 - e^{-k(t-t_0)})} \quad \text{for } t < t_m \quad (13)$$

$$M_{(t)} = \frac{k}{a_0} + a_1(t - t_m) + a_2(t - t_m)^2 \quad \text{for } t > t_m \quad (14)$$

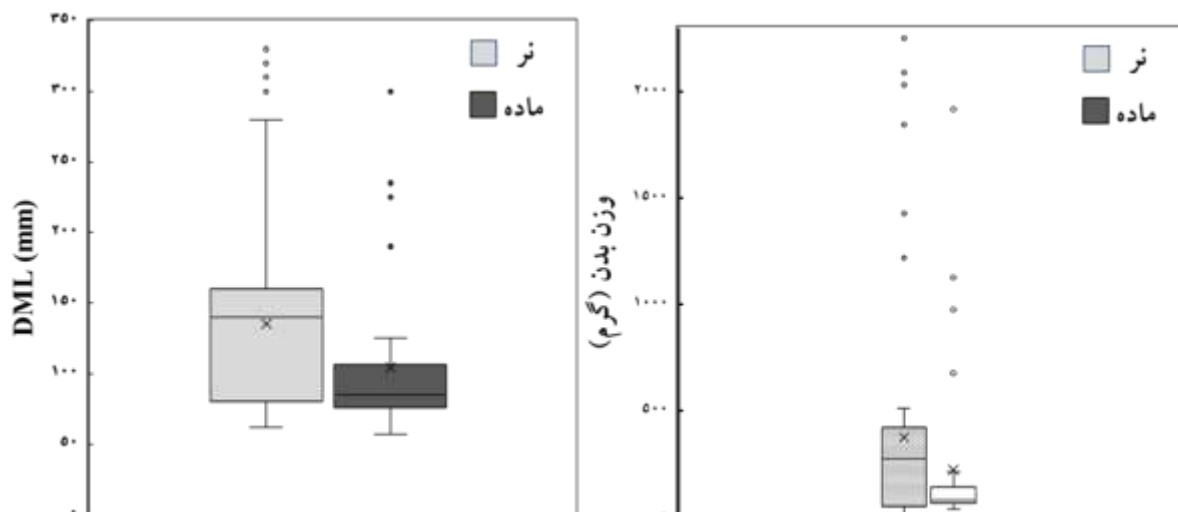
$$a_0 = 1 - e^{-k(t_m-t_0)} \quad (15)$$

$$a_1 = ke^{-k(t_m-t_0)} \quad (16)$$

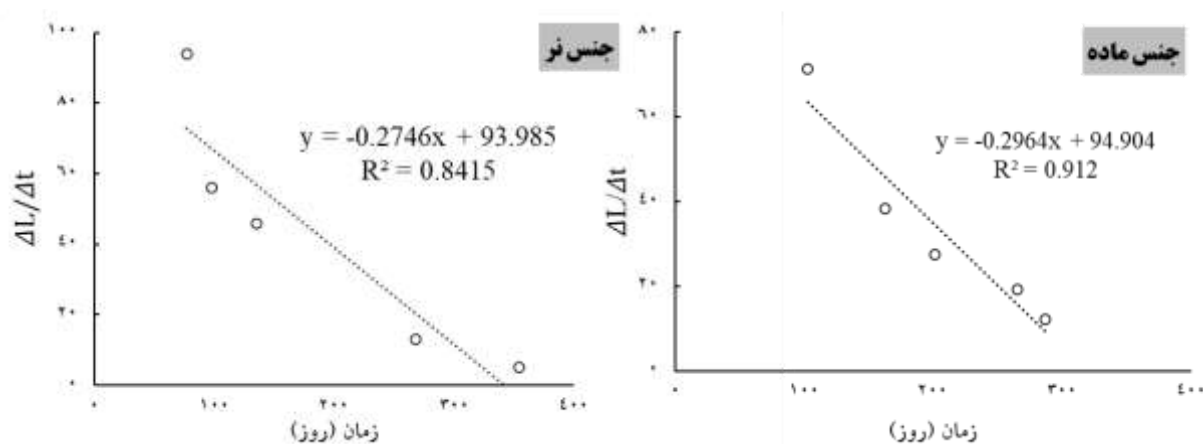
$$a_2 = -0.5k^{2e(-k(t_m-t_0))} \quad (17)$$

$$t_m = -\left[\frac{1}{k}\right] \times \log(1 - e^{kt_0}) + t_0 \quad (18)$$

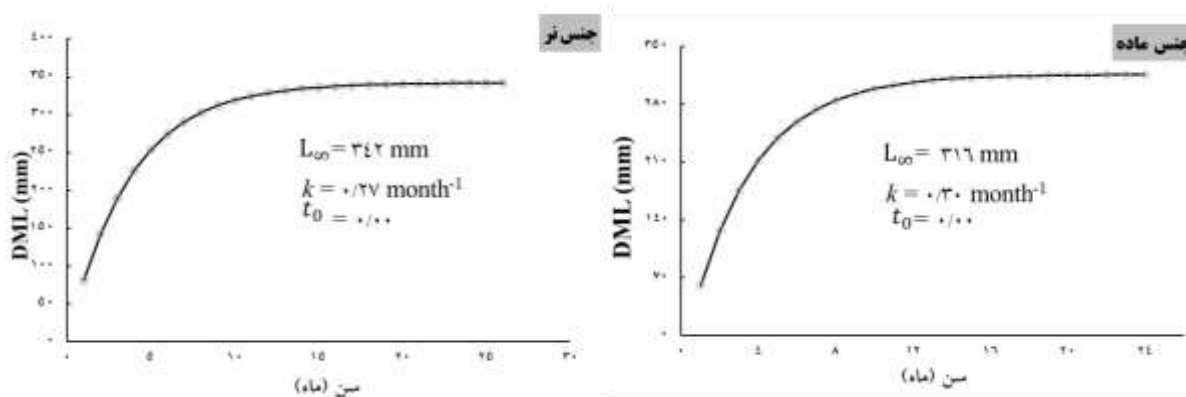
$\bar{M}$: متوسط مرگ و میر طبیعی است، t_m : سن بلوغ (سن متناظر L_{m50})، t_0 : سن ماهی وقتی که اندازه آن صفر است و از نظر علمی قابل توجیه نیست و K : آهنگ رشد مدل و برتالانفی است. مقدار L_{m50} برای جنس ماده ماهی مرکب در آب‌های استان هرمزگان توسط Daghoghi (۲۰۲۳) ۱۹۳/۳ میلی‌متر (طول ماننل) گزارش شده است.



شکل ۴- پراکنش فراوانی طولی و وزنی نمونه‌های ماهی مرکب ببری در تحقیق حاضر



شکل ۵- رگرسیون خطی تغییرات طول در واحد زمان برای تخمین ضرایب رشد جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری به روش گولاند و هولت



شکل ۶- منحنی‌های طول-سن وُن برتالانفی برازش شده برای جنس‌های نر و ماده گونه ماهی مرکب ببری با استفاده از روش حداقل مربعات باقیمانده‌ها

نتایج به دست آمده از آزمون نسبت درست‌نمایی نشان داد که منحنی‌های رشد طول-سن جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری منطبق بر هم نیستند که این به دلیل تفاوت معنی‌دار پارامترهای k و L_{∞} می‌باشد ($P < 0.001$) (جدول ۱).

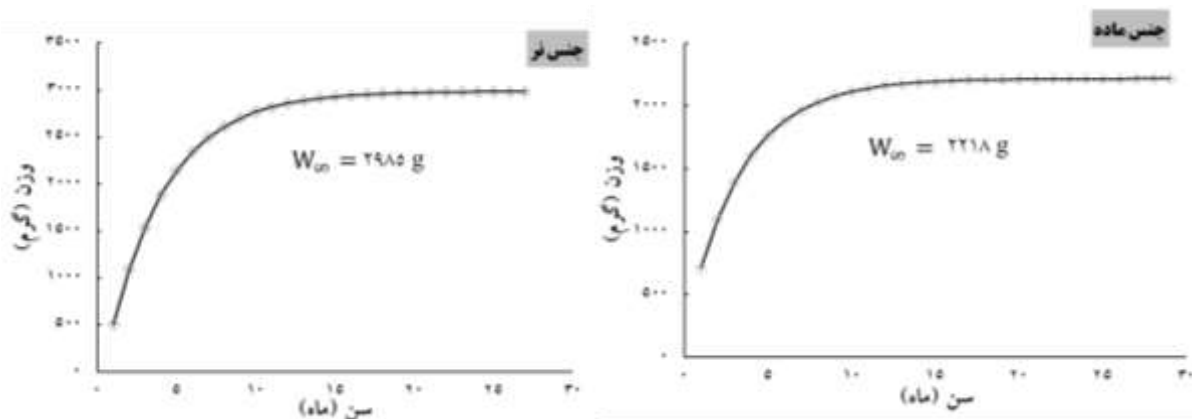
منحنی‌های وزن-سن که بر اساس رابطه طول-مانتل-وزن برآورد شده برای جنس نر $W=0.0007DML^{2.616}$ و و ماده

$W=0.0017DML^{2.446}$ برازش شد و همانطور که در شکل ۷ نشان داده شده است مقدار وزن بی‌نهایت (W_{∞}) برای جنس نر و ماده به ترتیب ۲۹۸۵ و ۲۲۱۸ گرم به دست آمد.

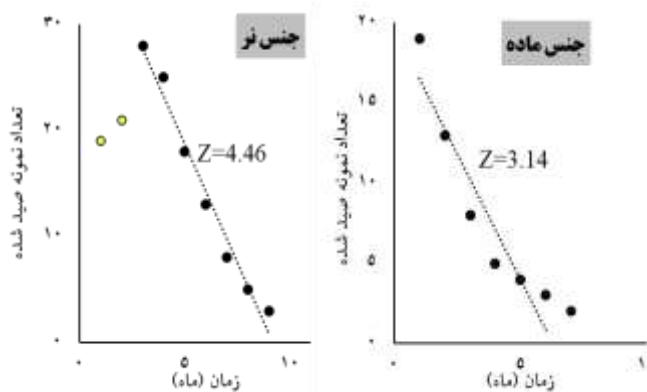
میزان مرگ و میر کل (Z) برای جنس‌های نر و ماده به ترتیب $4/46 \text{ year}^{-1}$ و $3/14 \text{ year}^{-1}$ محاسبه شد (شکل ۸).

جدول ۱- نتایج آزمون نسبت درست‌نمایی (Likelihood Ratio) مقایسه منحنی‌های رشد و ن برتالانفی

در جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری				
فرض‌های آزمون				آماره
L_{∞}	k	t_0	Coincident curves	
۹۸/۸۳	۹۹/۶۸	۱/۲۸	۵۸/۴۸	مقدار کای دو (χ^2)
۱	۱	۱	۳	درجه آزادی (df)
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۲۸	۰/۰۰	مقدار عددی P



شکل ۷- منحنی‌های وزن-سن و ن برتالانفی جنس‌های نر و ماده گونه ماهی مرکب ببری



شکل ۸- برآورد ضریب مرگ و میر کل (Z) برای جنس‌های نر و ماده ماهی مرکب ببری با استفاده از منحنی صید

ترتیب ۲۱۲/۵ و ۱۸۰ میلی-متر گزارش شده است (Dagooghi, 2020). با مقایسه نتایج این دو تحقیق می‌توان دریافت که فراوانی نمونه‌های کوچکتر در مطالعه حاضر بیشتر است که می‌تواند به دلیل صید افرادی از جمعیت باشد که هنوز به رشد کافی نرسیده‌اند.

همانطور که پیش‌تر نیز گفته شد، تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که استفاده از روش آنالیز فراوانی طولی برای بررسی ساختار سنی سرپایان به دلیل رشد سریع آن‌ها و نوسانات زیاد رشد در یک گروه سنی (کوهورت) دقت کمی دارد (Boletzky & Boyle, 1987). بنابراین، در این تحقیق با بهره‌گیری از منابع معتبر ساختار سنی نمونه‌های ماهی مرکب ببری از طریق شمارش حلقه‌های رشد (لاملا) روی صفحات استخوانی انجام شد که در نهایت مقادیر طول بی‌نهایت (L_{∞}) و آهنگ رشد (k) برای جنس نر ۳۴۲ میلی‌متر و ۰/۲۷ در ماه و برای جنس ماده ۳۱۶ میلی‌متر و ۰/۳۰ در ماه محاسبه گردید. مقایسه منحنی‌های رشد دو جنس نیز نشان داد که این منحنی‌ها منطبق بر هم نیستند که این به دلیل تفاوت معنی‌دار پارامترهای k و L_{∞} در آن‌ها است. در جدول ۳ مقادیر گزارش شده پارامترهای رشد طول-سن و برتالانفی از تحقیقات پیشین برای گونه ماهی مرکب ببری در منطقه و سایر مناطق دنیا ارائه شده است. در منطقه آب‌های جنوب ایران دو گزارش در دسترس است که هر دو نیز از روش آنالیز توزیع فراوانی طولی در نرم‌افزار *FiSAT* برای برآورد پارامترهای رشد جمعیت ماهی مرکب ببری استفاده کرده‌اند، به طوری که در گزارش *Niammaimandi* و همکاران (۲۰۲۰b) میزان آهنگ رشد سالیانه (k) و طول بی‌نهایت برای جنس نر ماهی مرکب ببری به ترتیب ۰/۳ در سال و ۳۷ سانتی‌متر و برای جنس ماده ۰/۵ به ترتیب در سال و ۳۰ سانتی‌متر برآورد شده است. همچنین در مطالعه Daghoghi (۲۰۲۳) نیز مقادیر L_{∞} و k معادل ۳۴۵ میلی‌متر و ۰/۸۱ در سال برآورد شده است.

میزان مرگ و میر کل (Z) برای جنس‌های نر و ماده به ترتیب $4/46 \text{ year}^{-1}$ و $3/14 \text{ year}^{-1}$ محاسبه شد (شکل ۸).

مقادیر مرگ‌ومیر طبیعی (M) تخمین زده شده برای جمعیت ماهی مرکب ببری به تفکیک جنسیت نیز در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- برآورد ضریب مرگ‌ومیر طبیعی (M) افراد جمعیت ماهی مرکب ببری با استفاده از مدل چن-واتنابه

افراد جمعیت	ضریب مرگ‌ومیر طبیعی (M)	
	جنس نر	جنس ماده
افراد نابالغ	۱/۱۴	۱/۱۶
افراد بالغ	۰/۵۹	۰/۶۳
کل جمعیت	۱/۷۳	۱/۷۹

ضریب مرگ و میر صیادی (F) نیز برای جنس‌های نر و ماده به ترتیب $2/73 \text{ year}^{-1}$ و $1/35 \text{ year}^{-1}$ به دست آمد. با توجه به ضرایب مرگ‌ومیر تخمین زده شده، میزان نرخ بهره‌برداری (E) برای جنس نر ۰/۶۱ و برای جنس ماده ۰/۴۳ به دست آمد.

بحث

برون‌داد تحقیق حاضر را می‌توان بر اساس اهداف تعیین‌شده برای تخمین پارامترهای رشد جمعیت ماهی مرکب و مقایسه آن با سایر اکوسیستم‌ها، وضعیت مرگ و میر و فشار صید بر ذخایر این گونه در آب‌های استان هرمزگان و در نهایت بیان برخی پیشنهادات علمی و اجرایی برای بهبود وضعیت فعلی طبقه‌بندی و تفسیر کرد. بررسی داده‌های طول ماهی مرکب در مطالعه حاضر نشان می‌دهد که میانگین طول ماننل برای نمونه‌های نر $67/1 \pm 135/4$ میلی‌متر و برای جنس ماده $54/2 \pm 104/4$ میلی‌متر بود، در حالی که در مطالعه مشابهی که بین سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ در منطقه هرمزگان انجام شد، میانگین طول ماننل نمونه‌های نر و ماده صید شده به

جدول ۳- پارامترهای رشد برآورد شده برای گونه ماهی مرکب ببری (*A. pharaonis*) در سایر مناطق دنیا

کشور	جنسیت	پارامترهای رشد و ن بر تالنفی			منبع
		L_{∞} (mm)	K	t_0	
ساحل شرقی هند	نر	۲۷۰	0.94 year^{-1}	-	Nair et al (۱۹۹۳)
خلیج بنگال	ماده	۲۹۶	0.82 year^{-1}	-	
کارناتاکا، هند دریای عرب	نر	۳۹۰	1.55 year^{-1}	-0.493	Sasikumar et al (۲۰۱۳)
	ماده	۳۱۰	1.58 year^{-1}	-0.510	
ایران (هرمزگان)	مختلط	۳۴۵	0.81 year^{-1}	-0.19	(Daghoghi, 2023)
ایران (بوشهر)	نر	۳۷۰	0.3 year^{-1}	-0.28	Niamaimandi, (2020b)
	ماده	۳۰۰	0.5 year^{-1}	-0.32	
ایران (هرمزگان)	نر	۳۴۲	0.27 month^{-1}	0.00	تحقیق حاضر
	ماده	۳۱۶	0.30 month^{-1}	0.00	

باتوجه به دوره زندگی کوتاه مدت (بین ۱ تا ۲ سال) ماهی مرکب ببری به نظر می رسد مقادیر نرخ رشد گزارش شده در این دو گزارش دچار *bias* یا انحراف است، چرا که در سایر گزارش های صورت گرفته از مناطق دیگر دنیا این مقدار بالاتر از عدد ۱ است. طبق این جدول حداقل و حدکثر مقادیر L_{∞} گزارش شده برای ماهی مرکب ببری ۲۷۰ و ۳۷۰ میلی متر است که این تفاوت می تواند به دلیل دامنه تغییرات نمونه های طولی صید شده و زمان انجام این تحقیقات باشد. در تحقیق حاضر مقدار L_{∞} برای جنس نر بیشتر از جنس ماده برآورد شده که با نتایج Niamaimandi و همکاران (۲۰۲۰b) و Sasikumar و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد. در مقاله Sasikumar و همکاران (۲۰۱۳) که در دریای عرب انجام شده است طول عمر افراد نر جمعیت کمتر از ۲/۳ سال و افراد ماده ۲/۱ سال برآورد شده است.

همچنین در مطالعه حاضر میزان سالیانه مرگ و میر کل (Z)، طبیعی (M) و صیادی (F) برای جنس نر به ترتیب ۴/۴۶، ۱/۷۳ و ۲/۷۳ و برای جنس ماده ۳/۱۴، ۱/۷۹ و ۱/۳۵ در سال تخمین زده شد. در آب های منطقه خلیج فارس فصل تخم ریزی و صید گونه ماهی مرکب ببری همپوشانی دارد و بر اساس رفتار تولیدمثلی این گونه که در زمان تخم ریزی نسبت افراد نر جمعیت بیشتر از ماده ها است (Hanlon & Messenger, 2018)، بنابراین تفاوت در مقدار مرگومیر صیادی می تواند به احتمال صید افراد نر جمعیت که بیشتر در دسترس است مربوط شود.

در این پژوهش نرخ بهره برداری (E) نیز برای جنس نر ۰/۶۱ و جنس ماده ۰/۴۳ به دست آمد. به عنوان یک اصل پذیرفته شده، در جمعیت های در حال تعادل میزان نرخ بهره برداری نبایستی بیش از ۰/۵ باشد و از طرفی نباید مرگ و میر صیادی بیش از مرگ طبیعی باشد، چرا که نشان دهنده صید بی رویه است. البته برای آبیانی که دوره زندگی کوتاهی دارند حد تعادل نرخ بهره برداری را معمولاً کمی بالاتر و تا ۰/۷ نیز در نظر می گیرند (King, 2013). مقایسه نتایج پژوهش حاضر با مطالعه Daghoghi (۲۰۲۳) که هر دو در منطقه هرمزگان انجام شده اند بیانگر روند افزایشی مرگومیر صیادی ماهی مرکب ببری در صیدگاه های استان هرمزگان است که نیازمند بررسی دقیق تر و برآورد حجم تلاش صیادی صورت گرفته و تخمین تلاش صیادی بهینه برای برداشت در سال های آتی است.

در پایان با توجه به عدم ثبت دقیق اطلاعات صید و تلاش صیادی انجام شده برای گونه ماهی مرکب ببری که یک گونه با ارزش تجاری و صید هدف بسیاری از صیادان هرمزگانی است، پیشنهاد می شود که روند صید و ابزارهای صید مورد استفاده به صورت مستمر پایش و نظارت شوند. همچنین از آنجا که ابزار صید گرگور رایج ترین ابزار صید ماهی مرکب در استان هرمزگان است، پیشنهاد می شود که با آموزش و آگاه سازی صیادان از صید ماهیان جوان و نابالغ، مولدین آماده تخم ریزی اجتناب شود و هم چنین تخم های لقاح یافته مولدین بلافاصله پس از صید رهاسازی گردد.

منابع

- population dynamics and support sustainable fisheries management. *Water*, 13, 574.
13. **Ghazvineh, L., Valinassab, T., Savari, A. and Ghobadiyan, F., 2012.** Reproductive biology of the pharaoh cuttle *Sepia pharaonis* in the Persian Gulf. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 4, 313-319.
 14. **Guerra-Marrero, A., Jiménez-Alvarado, D., Hernández-García, V., Curbelo-Muñoz, L. and Castro-Hernández, J.J., 2019.** Cuttlebone morphometrics and sex identification of *Sepia bertheloti* (d'Orbigny, 1835) from the central-east Atlantic. *Helgoland Marine Research*, 73, 1-7.
 15. **Haddon, M., 2011.** Modelling and quantitative methods in fisheries, Chapman and Hall/CRC.
 16. **Hanlon, R. T. & Messenger, J. B. 2018.** Cephalopod behaviour, Cambridge University Press.
 17. **Hashemi, S.A. and Doustdar, M., 2021.** Optimized exploitation of Pharaoh Cuttlefish (*Sepia pharaonis* Ehrenberg, 1831) stocks in the Iranian part of Persian Gulf and Oman Sea. *International Journal of Aquatic Biology*, 9, 97-104.
 18. **Khodadadi, R., Yahyavi, M., Ghorbani, R. and Shabani, M.J., 2010.** Spawning season and fecundity of *Sepia pharaonis* in Bushehr coastal waters (Persian Gulf). *Iranian Journal of Fisheries Science* 19:31-38, 19, 31-38 (In Persian with English abstract).
 19. **King, M., 2013.** Fisheries biology, assessment and management, John Wiley & Sons.
 20. **Le Goff, R., Gauvrit, E., Du Sel, G.P. and Daguzan, J., 1998.** Age group determination by analysis of the cuttlebone of the cuttlefish *Sepia officinalis* L. in reproduction in the Bay of Biscay. *Journal of molluscan studies*, 64, 183-193.
 21. **Mehanna, S.F., Al-Kharusi, L. and Al-Habsi, S., 2014.** Population dynamics of the pharaoh cuttlefish *Sepia pharaonis* (Mollusca: Cephalopoda) in the Arabian Sea coast of Oman. *Indian Journal of Fisheries*, 61, 7-11.
 22. **Nabhitabhata, J., Suriyawarakul, J., Yamrungrueng, A., Tongtherm, K. and Tuanapaya, S., 2022.** Relationships of growth increments of internal shells and age through entire life cycles in three cultured neritic cephalopods (Mollusca: Cephalopoda) with re-evaluation as application for age determination. *Swiss Journal of Palaeontology*, 141, 5.
 23. **Nair, K.P., Srinath, M., Meiyappan, M., Rao, K.S., Sarvesan, R., Vidyasagar, K., Sundaram, K., Rao, G.S., Lipton, A. and Natarajan, P., 1993.** Stock assessment of the pharaoh cuttlefish *Sepia pharaonis*. *Indian journal of fisheries*, 40, 85-94.
 24. **Niamaimandi, H., Mobarrezi, A., Moradi, G. and Aeenjamshid K., 2020a.** Reproductive
 1. **Barrett, C., Bensbai, J., Broadhurst, M., Bustamante, P., Clark, R., Cooke, G., Di Cosmo, A., Drerup, C., Escolar, O. and Fernández-Álvarez, F., 2022.** Cuttlefish conservation: a global review of methods to ameliorate unwanted fishing mortality and other anthropogenic threats to sustainability. *ICES journal of marine science*, 79, 2579-2596.
 2. **Boletzky, S.V. and Boyle, P., 1987.** Cephalopod life cycles.
 3. **Boyle, P. and Rodhouse, P., 2005.** Fishing methods and scientific sampling. Wiley Online Library.
 4. **Boyle, P. and Rodhouse, P., 2008.** Cephalopods: ecology and fisheries, John Wiley & Sons.
 5. **Chen, S. and Watanabe, S., 1989.** Age Dependence of Natural Mortality Coefficient in Fish Population Dynamics. *Nippon Suisan Gakkaishi*
 6. **Chung, M.-T., Huang, K.-F., You, C.-F., Chiao, C.-C. and Wang, C.-H., 2020.** Elemental ratios in cuttlebone indicate growth rates in the cuttlefish *Sepia pharaonis*. *Frontiers in Marine Science*, 6, 796.
 7. **Chung, M.-T. and Wang, C.-H., 2013.** Age validation of the growth lamellae in the cuttlebone from cultured *Sepia pharaonis* at different stages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 447, 132-137.
 8. **Daghoghi, B., 2023.** The stock status of Pharaoh cuttlefish (*Sepia pharaonis*) in Hormozgan waters, northern Persian Gulf. . Persian Gulf and Oman Sea Research Center, Iranian Fisheries Research Institute, Research project with No.1569-8432
 9. **Daliri, M., Kamrani, E. and Raeisi, H., 2013.** Comparing von Bertalanffy growth curves of fish species using Likelihood Ratio Test. The First Iranian Conference of Ichthyology. Isfahan: Isfahan University of Technology.
 10. **Daliri, M., Salarpouri, A., Behzadi, S., Al Jufaili, S. M., Gorgin, S., Soleimani, E., Ghaderi, D. and Momeni, M., 2025.** Toward an effective temporary fishing ban law enforcement in the Persian Gulf. *Marine Policy*, 180, 106813.
 11. **Farhadi, A. and Anderson, F.E., 2021.** The dynasty of the pharaoh: Phylogeography and cryptic biodiversity of *sepia pharaonis* cuttlefish in Northwest Indian ocean peripheral seas. The Arabian seas: Biodiversity, environmental challenges and conservation measures, 427-442.
 12. **Gebremedhin, S., Bruneel, S., Getahun, A., Anteneh, W. and Goethals, P., 2021.** Scientific methods to understand fish

- Experimental Animal Biology, 12, 27-37 (In Persian with English abstract).
31. **Salahi-Gazaz, M., Paighambari, S.Y. and Abaspour Naderi, R., 2015.** Investigating the catch composition, length frequency, and fishing effort status of the Pharaoh cuttlefish (*Sepia pharaonis*) in the bottom trawlers of the Oman Sea. Journal of Oceanography, 24, 69-76 (In Persian with English abstract).
 32. **Sasikumar, G., Mohamed, K. and Bhat, U., 2013.** Inter-cohort growth patterns of pharaoh cuttlefish *Sepia pharaonis* (Sepioidea: Sepiidae) in Eastern Arabian Sea. Revista de Biología Tropical, 61, 01-14.
 33. **Sparre, P. and Venema, S.C., 1998.** Introduction to tropical fish stock assessment. Pt. 1: Manual.-Pt. 2: Exercises.
 34. **Valinasab, T., 1993.** Biological Survey on cuttlefishes of Sistan-o-Baluchistan waters (Southeastern Iran). Iranian Journal of Fisheries Science 2, 56-69 (In Persian with English abstract).
 35. **Valinasab, T., Kaivan, A., Emadi, H. and Oryan, S., 2001.** Morphometric study on *Sepia pharaonis* in the Persian Gulf and Oman Sea. Iranian Journal of Fisheries Science, 9, 79-92 (In Persian with English abstract).
 36. **Valinasab, T., Daryanabard, R., Dehghani, R. and Pierce, G., 2006.** Abundance of demersal fish resources in the Persian Gulf and Oman Sea. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 86, 1455-1462.
 - Biology of Giant Cuttlefish (*Sepia pharaonis*, Ehrenberg, 1831) in the Northern Waters of the Persian Gulf Applied Biology 10:85-98 10, 85-98 (In Persian with English abstract).
 25. **Niamaimandi, N., Shabani, M.J., Esmaily, A., Mobarrezi, A. and Morad, G., 2020** **ab.** Growth study of Giant cuttlefish (*Sepia pharaonis*) during the spawning period in the northern Persian Gulf Experimental Animal Biology, 9, 111-121 (In Persian with English abstract).
 26. **Niamaimandi, N. and Bakhtyari, M., 2000.** Study on Fishing and Immigration Process of Cuttle Fish in Waters of Bushehr Province (1996-1997). Iranian Journal of Fisheries Science, 8, 57-72 (In Persian with English abstract).
 27. **Paighambari, S.Y. and Daliri, M., 2012.** The by-catch composition of shrimp trawl fisheries in Bushehr coastal waters, the northern Persian Gulf. Journal of the Persian Gulf, 3, 27-36.
 28. **Pauly, D. 1983.** Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks, Food & Agriculture Org.
 29. **Riad, R., Elebiary, N., Halim, Y. and Atta, M., 2015.** Reproductive Biology of *Sepia pharaonis* Ehrenberg, 1831 (Cephalopoda: Sepioidea) from the Suez Gulf (Red Sea), Egypt. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries, 19, 91-102.
 30. **Sadeghi, H., Shakouri, A. and Mohammadi, M.J., 2023.** Diet of Pharaoh Cuttlefish (*Sepia pharaonis*) caught by Fishing trap in Konarak fishing area, Sistan and Baluchestan province





Growth and Mortality of Pharaoh Cuttlefish, *Acanthosepion pharaonis* (Ehrenberg, 1831), in Hormozgan coastal waters

Mohadeseh Alizadeh-Nanagi¹, Moslem Daliri^{1*}, Ali Salarpouri²

1*- Fisheries Department, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

2- Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research, Agricultural Research Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Iran

Original Article

Received:
2025.07.07

Accepted:
2025.09.01

Keywords:
Stock Assessment,
Age-Based
Models, Fisheries
Management,
Persian Gulf

Abstract

Introduction: The Pharaoh Cuttlefish (*A. pharaonis*), due to its high commercial and export value, is harvested in the Persian Gulf and the Oman Sea using various fishing gears, including trawl nets, traps (Gargoor), and gillnets. Although comprehensive stock assessments are lacking, available evidence suggests that this species is under increasing fishing pressure in the region. This study aimed to investigate the growth and mortality parameters of *A. pharaonis* based on age-based models in the waters of Hormozgan Province. The findings can inform fisheries managers in developing effective conservation and exploitation strategies for this valuable stock.

Materials and Methods: A total of 109 specimens (76 males and 33 females) were collected from Bandar Lengeh, Qeshm, and Bandar Abbas between October 2023 and March 2024 using trap and small-scale trawl fishing methods. In the laboratory, the morphometric features of the specimens were measured. The specimens were dissected to extract cuttlebones and prepared for age reading. Age was determined through a standardized three-step reading process under a dissecting microscope. Growth parameters (L_{∞} and k) were estimated for both sexes using the Gulland and Holt method. Total mortality (Z) and natural mortality (M) were calculated using a catch curve and the Chen and Watanabe age-based mortality model, respectively.

Results: Mantle length ranged from 62 to 330 mm in males (mean $\pm$ SD: 135.4 $\pm$ 67.1 mm) and from 57 to 300 mm in females (mean $\pm$ SD: 104.4 $\pm$ 54.2 mm). The von Bertalanffy growth models for mantle length-at-age L_t (mm) = 342[1 - exp (-0.27(t - 0.00))] for Males and L_t (mm) = 316[1 - exp (-0.30(t - 0.00))] for Females. The difference in growth models between sexes was statistically significant (Likelihood Ratio Test, $p < 0.05$). Estimated mortality rates for males were $Z=3.14 \text{ yea}^{-1}$, $M = 1.73 \text{ year}^{-1}$, $F= 2.73 \text{ year}^{-1}$, and for females $Z= 4.46 \text{ year}^{-1}$, $M= 1.79 \text{ year}^{-1}$, and $F= 2.35 \text{ year}^{-1}$. The exploitation rates (E) were also estimated at 0.61 for males and 0.43 for females.

Discussion: The findings indicate a rising trend in fishing mortality for *A. pharaonis* in the Persian Gulf compared to earlier studies. Given the overlap between the species' spawning season and peak fishing activity, continued high exploitation may pose a serious risk to stock sustainability. Therefore, it is recommended that fishing efforts and gear types targeting this species be regularly monitored. Establishing a robust database could support stock modeling and provide forecasts to guide adaptive fisheries management.