نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

مدل‌سازی رشد کوسه‌ماهی چاک‌لب *Rhizoprionondon acutus* (Ruppel, 1837) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان محدوده استان هرمزگان

علی‌رضا پردلان[1]، هادی رییسی[2*]، سکینه علی‌جان‌پور[3]، رحمان پاتیمار[4]، سارا حق‌پرست[5]، ارسلان بهلکه[6]

[1] کارشناسی‌ارشد زیست‌شناسی دریا، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران
[2] استادیار، گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران
[3] دانشیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران
[4] دانشیار، گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران
[5] استادیار، گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ساری، ساری، ایران
[6] دانشجوی دکتری، گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل
https://doi.org/10.22034/jair.10.1.41

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۰۰/۱۱/۱۷
پذیرش: ۰۰/۱۲/۰۷

نویسنده مسئول مکاتبه:
هادی رییسی، استادیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران.

ایمیل: raeisi@gonbad.ac.ir

چکیده

این مطالعه با هدف مدل‌سازی رشد کوسه‌ماهی چاک‌لب *Rhizoprionondon acutus* (Ruppel, 1837) از مهرماه سال ۱۳۹۸ تا اسفندماه سال ۱۳۹۹ به‌مدت ۱۸ ماه در آب‌های شمال خلیج فارس و دریای عمان (محدوده استان هرمزگان) صورت گرفت. تعداد ۳۱۷ کوسه چاک‌لب *R. acutus* شامل ۱۳۷ نر و ۱۸۰ ماده بیومتری و توزین قرار گرفت. دامنه طولی مورد مطالعه برای کوسه چاک‌لب نر ۴۹/۸ تا ۹۲/۱۵ سانتی‌متر و برای کوسه چاک‌لب ماده ۹۵/۵- ۴۸/۹۱ سانتی‌متر بود. طول بزرگترین جنین با سن صفر و آماده تولد برای جنس ماده برابر با ۲۹/۲۱ سانتی‌متر و برای جنس نر برابر با ۳۱/۰۱ سانتی‌متر بود. رابطه نمایی طول کل و وزن کل در حالت معمول برای جنس نر و ماده به‌ترتیب ($W=۰/۰۰۲۱L^{۳/۱۵۰۸}$) ($W=۰/۰۰۳L^{۳/۰۶۲۰}$) به‌دست آمد و به‌روش رگرسیون غیرخطی بهینه شده به‌وسیله حداقل مربعات برای جنس نر و ماده به‌ترتیب ($W=۰/۰۰۲۸L^{۳/۰۷۸}$) ($W=۰/۰۰۲۵L^{۳/۱۰۶}$) برای ماهی این کوسه محاسبه شد. با اتخاذ رویکرد چندمدلی بهترین مدل برای نمایش نحوه رشد در جنس ماده کوسه چاک‌لب *R. acutus*، مدل رشد گامپرتز ($\Delta_{AIC} = 0$، AIC= ۴۸/۱۴) بود. برای جنس نر مدل رشد لجستیک بهترین مدل برای ترسیم نحوه رشد بود ($\Delta_{AIC} = ۰$، AIC= ۳۶/۳۳).

واژه‌های کلیدی:
کوسه چاک‌لب، خلیج فارس،دریای عمان، مدل‌سازی رشد

۱ | مقدمه

کوسه‌ها جانورانی با رشد آهسته هستند که در دوره حاملگی تعداد کمی نوزاد زایمان می‌کنند و از آنجایی که در رأس اکوسیستم قرار دارند، نقش مهمی در محیطی زندگی‌شان دارند. خروج کوسه از اکوسیستم منجر به افزایش چشمگیر بعضی از گونه‌های سخت پوست، ماهی یا پستاندار دریایی شده و با فشار به ذخایر دیگر گونه‌ها، سبب ایجاد اثر آبشاری و نهایتاً فروپاشی کل اکوسیستم خواهد شد (Gelsleichter *et al.*, 1999; Stevens *et al.*, 2000; Cortes, 1999). مطالعات نشان داده‌اند که یک سوم از ۶۴ گونه پلاژیک جهان درمعرض خطر انقراض قرار دارند (Raeisi *et al.*, 2017). خانواده Carcharhinidae یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین خانواده‌های کوسه ماهیان در دنیا می‌باشد که با داشتن ۱۲ جنس و ۴۸ گونه سومین خانواده از لحاظ تنوع گونه‌ای به‌حساب آمده و در مناطق گرمسیری از لحاظ تنوع گونه‌ای، فراوانی و مقدار توده زنده، غالب می‌باشد. در این خانواده جنس *Carcharhinus* با داشتن ۲۹ گونه انتشار جهانی داشته و در آب‌های گرم و معتدله غالب هستند (Fischer and Bianchi, 1984). در منطقه غرب اقیانوس هند ۲۱ گونه از این جنس وجود دارد که ۱۳ گونه آن از خلیج فارس و دریای عمان گزارش شده‌اند و در این بین، ۱۱ گونه از جنس مزبور مربوط به آب‌های استان هرمزگان می‌باشند (Raeisi *et al.*, 2017). کوسه چاک‌لب با نام علمی *Rhizoprionondon acutus* (Ruppel, 1837) یا با اندازه کوچک تقریباً فراوانی بالایی داشته و در سرتاسر خلیج فارس و دریای عمان پراکنش دارد و نام این گونه در واژه لاتین به‌معنی دندان‌های اره مانند است (Fishbase, 2021). در سال‌های اخیر با افزایش بیکاری و تورم، صید قاچاق و بی‌رویه در صیدگاه‌های استان هرمزگان بشدت افزایش

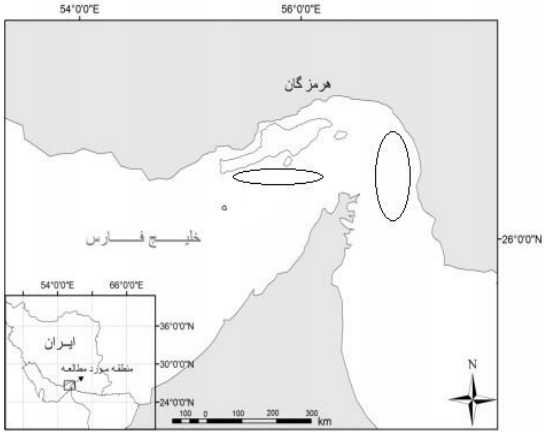
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-11]
[DOI: 10.22034/jair.10.1.41]

یافته است و کوسه‌های خانواده Carcharhinidae به‌علت ارزش بالای باله‌ها به‌شدت در معرض صید و قاچاق باله هستند.

اطلاع از پارامترهای رشد و مرگ‌و میر کوسه‌ها می‌تواند کمک زیادی در مدیریت صید این گونه‌های ارزشمند داشته باشد. اما متأسفانه مطالعات اندکی در مورد ذخایر و زیست‌شناسی گونه‌های کوسه در جنوب کشور در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان صورت گرفته است (Asadi, 2001; Raeisi, 2016; Raeisi *et al.*, 2017). غالباً در مطالعات مربوط به رشد آبزیان از معادله رشد فون برتالانفی استفاده می‌شود. اما دلیلی وجود ندارد که معادله رشد فون برتالانفی تنها مدل رشد هست و همیشه بهترین پاسخ را می‌دهد (Haddon, 2011). مطالعات جدید بیانگر این است که برای توصیف نحوه رشد آبزیان مدل‌های دیگری مناسب‌تر است و برای پیدا کردن بهترین مدل رشد باید بین مدل‌های مختلف رشد مقایسات صورت گیرد و بهترین مدل انتخاب شود (Thorson and Simpenderfor, 2009; Raeisi, 2016; Harry *et al.*, 2013; Katsanevakis and Maravelias, 2008). اگرچه گونه کوسه چاک‌لب *R. acutus* به‌عنوان صید ضمنی حضور بالایی در تورهای ترال و گوشگیر خلیج فارس و دریای عمان دارد اما متأسفانه اطلاعاتی در مورد رشد و مرگ‌ومیر این گونه ارزشمند وجود ندارد. باتوجه به مطالب گفته شده این مطالعه جهت بررسی پارامترهای رشد و مرگ‌ومیر این گونه در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان در محدوده استان هرمزگان صورت گرفت.

۲ | مواد و روش‌ها

این مطالعه با هدف مدل‌سازی رشد کوسه‌ماهی چاک‌لب *R. acutus* (Ruppel, 1837) از مهرماه سال ۱۳۹۸ تا اسفندماه سال ۱۳۹۹ به‌مدت ۱۸ ماه در آب‌های شمال خلیج فارس و دریای عمان (محدوده استان هرمزگان) صورت گرفت. در این مطالعه با استقرار بر روی شناورهای ترال میان آبی یال اسبی، تورهای ترال فانوس ماهی و تورهای گوشگیر به‌صورت ماهانه اقدام به جمع‌آوری نمونه گردید. به‌صورت کلی تعداد ۳۱۷ کوسه چاک‌لب *R. acutus* شامل ۱۳۷ نر و ۱۸۰ ماده صید و برروی عرشه شناور بیومتری و توزین شدند (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت منطقه صید کوسه‌ماهی چاک‌لب در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان در محدوده استان هرمزگان

طول کل با استفاده از تخته بیومتری از نوک پوزه تا نوک باله دمی در حالتی که دم به سمت مرکز خم شده با دقت یک میلی‌متر و وزن کل نمونه‌ها به‌وسیله ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم انداه‌گیری گردید. سپس تعیین جنسیت از طریق بررسی حضور گیره لقاح در نرها و عدم حضور آن در ماده ها صورت گرفت (Compagno, 1984). تعیین سن نمونه‌ها از روی چهار ستون مهره اول انجام گردید و بعد از آماده‌سازی و خشک‌کردن ستون مهره به‌وسیله دستگاه میکروتوم برش زده و نمونه‌های به‌دست آمده با استفاده از لوپ دوچشمی با بزرگمنایی ۱۰ تا ۴۰ به تشخیص حلقه‌های سالیانه پرداخته شد (Cailliet and Goldman, 2004).

برای تعیین میزان رشد و رابطه طول و وزن از فرمول $W=aTL^b$ که b عددی بین ۲ و ۴ می‌باشد، استفاده شد (Froese, 2006).

W: وزن بدن برحسب گرم؛ TL: طول کل بر حسب سانتی‌متر؛ a: ضریب ثابت

b: شیب خط رگرسیون رابطه طول با وزن است. یک تبدیل لگاریت‌می‌منجر به خطی شدن رابطه طول و وزن می‌شود.

$$LnW=Lna+bLnTL$$

با استفاده از روش حداقل مربعات باقی مانده‌ها برای ضرایب a و b مقادیر بهینه از طریق فرمول زیر به‌دست آمد (Haddon, 2011):

$$SSQ = \sum(Observed - Expected)^2$$
$$SSQ = \sum(Y - (a + bX)^2$$

SSQ مجوع مربعات باقی‌مانده می‌باشد و از معیارهای مورد استفاده برای برازش، روش حداقل مربعات است. همچنین وجه تسمیه این روش آن است که به دنبال مقادیری از پارامترها است که مربع اختلافات بین داده‌های مشاهده شده و پیش بینی‌های مدل و مقادیر پارامترهای خاص را به حداقل برساند (Haddon, 2011).

از یک رویکرد اطلاعاتی-تئوریکی به نام استنتاج چند مدلی (MMI) جهت مدل‌سازی رشد استفاده شد (Burnham and Anderson 2001; Katsanevakis and Maravelias 2008). مجموعه‌ای از ۳ مدل دلخواه انتخاب شد و با داده‌های طول-در سن برازش شد. این مدل‌ها شامل یک نسخه سه پارامتری از معادله رشد فون برتالانفی (VB)، یک نسخه سه پارامتری از معادله Gompertz (GOM) و منحنی رشد لجستیک (LOG) بودند. هر مدل نشان‌دهنده فرض H_1 برای رشد بود، و در هر مورد، رشد نامتقارن فرض می‌شد. مدل‌ها با استفاده از روش حداقل مربعات غیرخطی در نرم افزار اکسل برازش شدند.

سه مدل استفاده شده به‌صورت زیر بود:

مدل فون برتالانفی

$$\text{Von Bertalanffy (VB):} \quad L_t= \beta_2 + (\beta_1-\beta_2)(1-\exp(-\beta_3 t)) \quad (۱)$$

در این معادله: که L_t برابر است با طول به‌عنوان تابعی از زمان، β_1 برابر است طول بی‌نهایت برحسب سانتی‌متر، β_2 برابر است با طول هنگام تولد (L_0) و β_3 برابر است با k (years-1).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-11]
[DOI: 10.22034/jair.10.1.41]

مدل گامپرتز

Gompertz (GOM): $L_t = \beta_2 exp\left(ln\frac{\beta_2}{\beta_1}\right)(1-\exp(-\beta_3 t))$ (۲)

در این معادله: L_t برابر است با طول به‌عنوان تابعی از زمان، β_1 برابر است طول بی‌نهایت بر حسب سانتی‌متر، β_2 برابر است با طول هنگام تولد (L_0) و β_3 برابر است با ($k\ (years^{-1})$).

مدل لجستیک

Logistic (LOG): $L_t = \frac{\beta_1\beta_2\exp(\beta_3)}{\beta_1+\beta_2(\exp(\beta_3 t)-1)}$ (۳)

در این معادله: L_t برابر است با طول به‌عنوان تابعی از زمان، β_1 برابر است با طول بی‌نهایت برحسب سانتی‌متر، β_2 برابر است با نقطه عطف طول و β_3 برابر است با ($k\ (years^{-1})$).

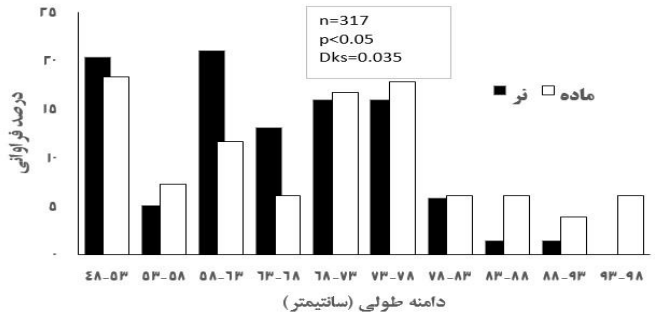
کارآیی مدل‌ها نسبت به یکدیگر با استفاده از ضریب اطلاعاتی Akaike (AIC) ارزیابی شد. بهترین مدل، مدلی است که کمترین مقدار AIC، AIC_{min} را دارد. تفاوت‌های AIC به‌صورت $AIC_i - AIC_{min}$ = Δ_{AICi} محاسبه شد و جهت حمایت از مدل‌های باقیمانده (I=1-3) نسبت به بهترین مدل رتبه گذاری شد. مدل‌هایی که Δ_{AICi} آن‌ها بین ۰ تا ۲ بود، اعتبار اساسی داشتند، درحالی‌که مدل‌هایی که Δ_{AICi} آنها بین ۴ تا ۷ بود به‌طور قابل توجهی اعتبار کمتری داشتند. مدل‌هایی با Δ_{AICi} بالاتر از ۱۰ ضرورتاً هیچ گونه حمایتی نداشتند (Burnham and Anderson, 2001). وزن‌های Akaike (w) به‌صورت وزن گواه به‌نفع مدلی که بهترین مدل در مجموعه مدل‌های دلخواه است، محاسبه شدند (Burnham and Anderson, 2001). تقریباً ۹۵٪ فاصله اطمینان و دقت برای تخمین‌های پارامتر بهترین برازش و تخمین‌های جمعیت از ۳۰۰۰ مجموعه داده که مجدداً نمونه‌گیری (resample) می‌شدند، به‌دست آمدند. برای مقایسه توزیع فراوانی طولی بین دو جنس از روش کولموگراف-اسمیرنف دو نمونه‌ای استفاده شد. مدل‌ها با استفاده از روش Maximum Likelihood در نرم‌افزار آماری Excel-2013 با استفاده از زبان برنامه VPA برازش شدند (Haddon, 2011).

۳ | نتایج

نتایج حاصل از بیومتری ۳۱۷ کوسه چاک‌لب *R. acutus* صید شده از صیدگاه‌های استان هرمزگان واقع در دریای عمان و خلیج فارس در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری در توزیع فراوانی طولی میان دو جنس نر و ماده وجود نداشت (۱/۴۲۲= D_{KS} ، N = ۳۱۷) (شکل ۲).

جدول ۱ - میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر طول کل (سانتی‌متر) و وزن کل (گرم) کوسه چاک‌لب

پارامتر	طول				وزن			
جنسیت	میانگین	خطای معیار	حداقل	حداکثر	میانگین	خطای معیار	حداقل	حداکثر
نر	۶۵/۱۹	۰/۸۶	۴۹/۸	۹۲/۱۵	۱۱۹۱/۱۰	۴۹/۹۷	۴۵۴/۰۲	۲۹۵۰
ماده	۶۹/۰۱	۰/۹۹	۴۸/۹۱	۹۵/۵	۱۴۷۲/۵۸	۶۴/۷۸	۴۱۴/۷۴	۳۷۲۰
کل	۶۷/۳۶	۰/۶۸	۴۸/۹۱	۹۵/۵	۱۳۵۰/۹۳	۴۳/۳۱	۴۱۴/۷۴	۳۷۲۰

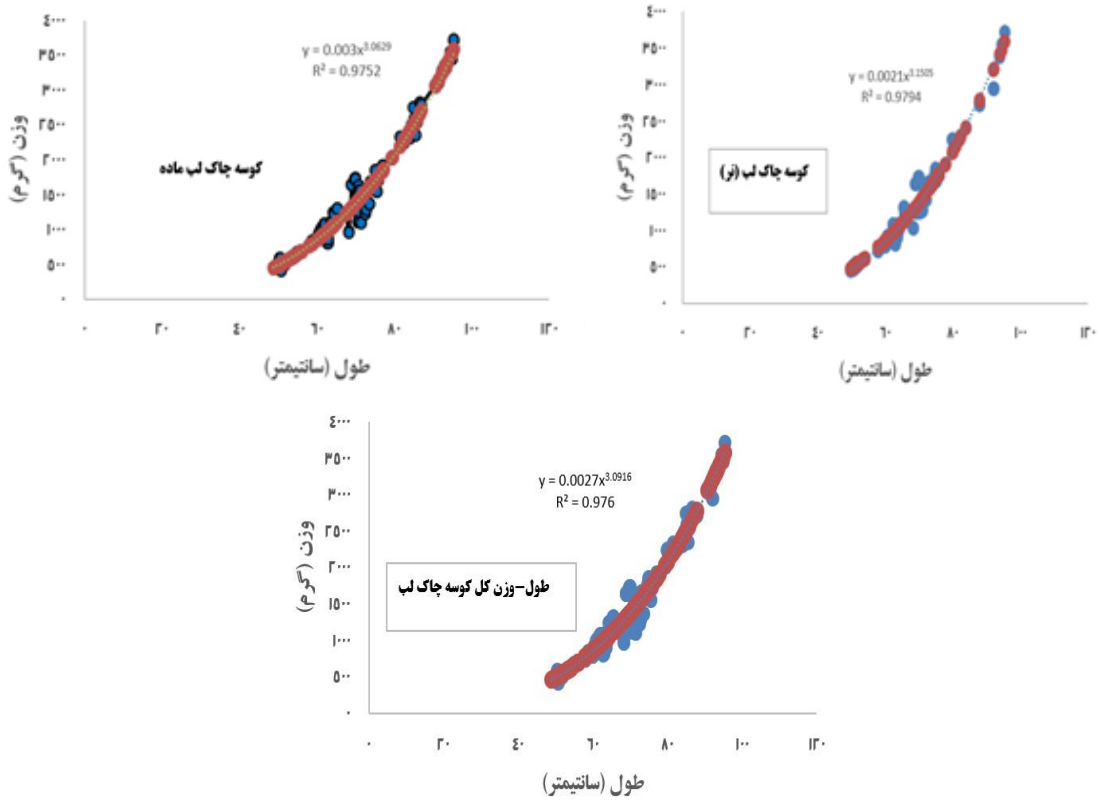


شکل۲- مقایسه توزیع فراوانی طولی برای جنس نر و ماده کوسه چاک‌لب در صیدگاه‌های استان هرمزگان

بیشترین فراوانی طولی برای جنس نر در دامنه طول ۶۳-۵۸ سانتی‌متر و برای جنس ماده در دامنه طولی ۴۸-۵۳ سانتی‌متر و کمترین فراوانی طولی برای جنس نر در دامنه طولی ۸۸-۸۳ سانتی‌متر و برای جنس ماده در دامنه طولی۹۳-۸۸ اتفاق افتاد (شکل ۲). میزان ضرایب a و b در رابطه طول و وزن برای کوسه چاک‌لب *R. acutus* ماده و نر پس از برازش کردن به روش حداقل مربعات برآورد شد (شکل ۳).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-11]

[DOI: 10.22034/jair.10.1.41]



شکل ۳- رابطه طول-وزن کوسه چاک‌لب *R. acutus* جنس نر، ماده و کل در صیدگاه‌های استان هرمزگان

در مجموع نمونه‌های بیومتری شده رابطه نمایی طول کل و وزن کل به روش رگرسیون غیرخطی بهینه شده به‌وسیله حداقل مربعات برای کوسه چاک‌لب *R. acutus* محاسبه شد. رابطه‌نمایی طول‌کل و وزن‌کل درحالت معمول برای جنس نر و ماده به‌ترتیب ($W=۰/۰۰۲۱L^{۳/۱۵۰۸}$) ($W=۰/۰۰۳L^{۳/۰۶۲۰}$) به‌دست آمد و به‌روش رگرسیون غیرخطی بهینه شده به‌وسیله حداقل مربعات برای جنس نر و ماده به‌ترتیب ($W=۰/۰۰۲۸L^{۳/۰۷۸}$) ($W=۰/۰۰۲۵L^{۳/۱۰۶}$) برای ماهی این کوسه محاسبه شد (شکل ۳).

پارامترهای رشد: بعد از انتقال ستون مهره‌های جدا شده از کوسه های چاک‌لب نر و ماده و طی فرایند آزمایشگاهی برای قابل خوانده شدن حلقه‌های رشد ستون مهره‌ها، ستون مهره‌های برش داده شده توسط لوپ آزمایشگاهی بررسی شدند. میانگین درصد توافق برای کوسه چاک‌لب صید شده (PA) و سال ۱ ±PA بین اولین و دومین خواندن که درون گروه‌های طولی ۵ سانتی‌متری ریخته شده بود، با CV محاسبه شده ۱۹/۸درصد به‌ترتیب ۶۶ درصد و ۷۲ درصد بود. اگرچه میزان دقت بین تعیین سن کنندگان تقریباً عدد بالایی را نشان نداد اما اختلاف معنی‌داری نیز مشاهده نشد (تست تقارن بوکر ۰/۰۷۵ =p).

ستون مهره ۱۳۷ کوسه نر و ۱۸۰ کوسه ماده مورد تعیین سن قرار گرفت که از هر کوسه ۴ عدد ستون مهره جدا گردید و برای افزایش دقت علاو بر اینکه اسلایدهای تهیه شده در زیر لوپ توسط دو نفر تعیین سن گردید دو ستون مهره جدا شده مربوط به یک کوسه نیز توسط دو فرد متفاوت تعیین سن شد و اختلاف معنی‌دار بین خوانش‌ها مورد آزمون معنی‌داری قرار گرفت که اختلاف معنی‌داری بین خوانش‌ها وجود نداشت (۰/۰۹=p).

دامنه طولی مورد مطالعه برای کوسه چاک‌لب نر ۴۹/۸ تا ۹۲/۱۵ سانتی‌متر و برای کوسه چاک‌لب ماده ۹۵/۵- ۴۸/۹۱ سانتی‌متر بود. طول بزرگترین جنین با سن صفر و آماده تولد برای جنس ماده برابر با ۲۹/۲۱ سانتی‌متر و برای جنس نر برابر با ۳۱/۰۱ سانتی‌متر بود. بیشترین سن به‌دست آمده برای کوسه نر با طول ۹۲/۱۵ سانتی‌متر ۸سال و برای کوسه ماده با طول ۹۵/۵ سانتی‌متر نیز۱۰ سال به‌دست آمد.

رویکرد چند مدلی برای مطالعه رشد: باتوجه به لزوم آزمون مدل-های رشد دیگر و حصول اطمینان از اینکه مدل انتخاب شده بهترین مدل برای نمایش نحوه رشد کوسه چاک‌لب در طی زندگی این گونه در اکوسیستم آبی خلیج فارس و دریای عمان می‌باشد. از سه مدل مختلف برای توصیف نحوه رشد کوسه چاک‌لب استفاده شد.

بررسی منحنی‌های رشد از طریق رویکرد اطلاعاتی تئورکی MMI بیانگر این بود که بهترین مدل برای توصیف نحوه رشد کوسه چاک‌لب در جنس ماده، مدل گامپرتز بود (جدول ۲، ۰ =Δ_{AIC}). اما باتوجه به میزان Δ_{AIC}، به‌دست آمده بین مدل گامپرتز و مدل لجستیک از مدل لجستیک نیز با حمایت خوبی می‌توان برای توصیف مدل رشد ماهی کوسه چاک‌لب استفاده کرد (جدول۲، ۱/۹۸ = Δ_{AIC}) اما مدل رشد فون بر تالانفی سه پارامتره برای توصیف نحوه رشد کوسه چاک‌لب ماده اعتبار کمتری را به‌دست آورد و برای توصیف رشد جنس ماده کوسه

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-11]
[DOI: 10.22034/jair.10.1.41]

چاک‌لب نسبت به دو مدل دیگر از اعتبار اندکی برخوردار است (جدول۲، Δ_{AIC} = ۹/۵۲) (جدول ۲، شکل ۴).

برای بررسی مدل رشد کوسه چاک‌لب نر نیز این سه مدل مورد مقایسه قرار گرفت، بهترین مدل برای توصیف نحوه رشد کوسه چاک‌لب نر، مدل رشد لجستیک بود (جدول ۲، Δ_{AIC} =۰). اما از مدل رشد گامپرتز نیز برای توصیف نحوه رشد کوسه چاک‌لب با حمایت کمتر می‌توان استفاده کرد (جدول ۲، ۲ <Δ_{AIC}> ۷). مدل رشد فون برتالانفی سه پارامتره برای توصیف نحوه رشد کوسه چاک‌لب نر مناسب نبود (Δ_{AIC} > ۱۰) (جدول ۲، شکل ۴).

بهترین مدل برای توصیف مدل رشد کوسه چاک‌لب بدون درنظر گرفتن جنسیت مدل رشد لجستیک بود (جدول ۴-۲، Δ_{AIC} =۰). اما باتوجه به میزان Δ_{AIC}، به‌دست آمده بین مدل گامپرتز و مدل لجستیک از مدل گامپرتز نیز با حمایت کمتر می‌توان برای توصیف مدل رشد کوسه چاک‌لب استفاده کرد (جدول ۲، ۲/۲۸ = Δ_{AIC})، مدل فون برتالانفی سه پارامتره حمایت قابل توجهی برای ترسیم مدل رشد فون برتالانفی دریافت نکرد (جدول ۲، ۲/۲۸ =Δ_{AIC}).

جدول ۲- مقایسه سه مدل رشد برای کوسه چاک‌لب نر، ماده و کل صید شده در صیدگاه‌های استان هرمزگان واقع در شمال شرق خلیج فارس و شمال غرب دریای عمان. بهترین مدل بصورت بولد در جدول نشان داده شده است. β_1، β_2، β_3. به‌ترتیب نشان‌دهنده طول بی نهایت، ضریب رشد سالانه و طول تولد می باشد. Δ_{AIC} اختلاف بین میزان AIC بین بهترین مدل و هریک از مدل ها است. بیزین AIC (BAIC) نیز برای مدل‌ها محاسبه شد.

جنس	مدل	تعداد	AIC	BAIC	Δ_{AIC}	β_1	β_2	β_3
	VB3	۱۳۷	۵۳/۲	۵۰/۵۴	۱۶/۸۶	۱۲۴/۳۳	۰/۲۷۷	۲۰/۲۶
نر	GOM	۱۳۷	۴۲/۴۶	۳۹/۸۰	۶/۱۲	۱۰۳/۸	۰/۳۱۱	۳۰/۳۶
	LOG	**۱۳۷**	**۳۶/۳۳**	**۳۳/۶۷**	**۰**	**۹۹/۱۸**	**۰/۳۸۵**	**۳۰/۷۱**
	VB3	۱۸۰	۵۷/۹۶	۵۵/۳۰	۹/۸۱	۱۱۲/۷۲	۰/۲۵۴	۳۲/۶۹
ماده	**GOM**	**۱۸۰**	**۴۸/۴۵**	**۴۵/۱۴**	**۰**	**۱۰۶/۷۲**	**۰/۲۴۲**	**۳۳/۲۳**
	LOG	۱۸۰	۵۰/۰۲	۴۷/۳۶	۱/۸۷	۱۰۴/۶۸	۰/۲۴۵	۳۲/۱۵
	VB	۳۱۷	۴۹/۹۶	۴۶/۸۲	۹/۵۷	۱۱۶/۴۲	۰/۲۳۳	۲۷/۵۱
کل	GOM	۳۱۷	۴۴/۷۶	۴۱/۶۲	۴/۳۷	۱۰۷/۶۱	۰/۲۸۲	۲۹/۵۵
	LOG	**۳۱۷**	**۴۰/۳۸**	**۴۶/۸۲**	**۰**	**۱۰۷/۵۲**	**۰/۲۳۱**	**۳۱/۵۲**

باتوجه به پارامترهای به‌دست آمده بعد از برازش مدل‌های مختلف طول-سن به روش حداقل مربعات مدل‌های طول-سن برای جنس نر و ماده کوسه چاک‌لب ترسیم شد (شکل ۴). باتوجه به پارامترهای برازش شده سن بی نهایت برای جنس نر، ماده به‌ترتیب ۱۲/۰۹سال، ۱۴/۲۱ سال به‌دست آمد. منحنی‌های رشد بین دو جنس نر و ماده تفاوت معنی‌داری داشت (p <۰/۰۵) (شکل ۴). شاخص فای پریم مونرو ϕ' برای جنس نر و ماده به‌ترتیب ۳/۴۴ و ۳/۳۶ به‌دست آمد.

$\phi = \log 0.38 + 2log 121.32$ =۳/۳۶ ماده

$\phi = \log 0.589 + 2log 111.05$ =۳/۴۴ نر

$\phi = \log 0.589 + 2log 111.05$ = ۳/۴۳ کل

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه، میانگین طول کل برای جنس نر کوسه چاک‌لب ۰/۸۶ ± ۶۵/۱۹ و برای جنس ماده ۰/۹۹ ± ۶۹/۰۱ سانتی‌متر بود (جدول۱). و توزیع فراوانی طولی بین دو جنس نر و ماده دارای تفاوت معنی‌داری بود. لذا، اگرچه نمونه‌ها در دامنه کامل طولی برای هر دو جنس نر و ماده کوسه چاک‌لب جمع آوری شدند اما انحراف طولی به‌سمت نمونه-های جوان‌تر در این مطالعه دیده شد که می‌تواند عدم دستیابی به یک خط مجانب مشخص در اکثر مدل‌های رشد و نیز بالاتر بودن مقدار L_∞ از طول حداکثر این گونه را در این تحقیق توجیه کند (به‌نظر می‌رسد که به‌طور کلی نرها در اکوسیستم آبی خلیج فارس واقع در محدوده استان هرمزگان نهایتاً تا ۹۳ سانتی‌متر رشد می‌کنند، درحالی‌که مقادیر برازش شده L_∞ در بعضی از مدل‌ها تا بیش از ۱۲۴ سانتی‌متر نیز رسیده بود). محققین بسیاری به مسئله عدم وجود خط مجانب بعنوان طرحی معمول در منحنی رشد بسیاری از کوسه‌ها اشاره کرده‌اند (Simpfendorfer *et al*., 2002; Braccini *et al*., 2007)، و شبیه-سازی‌های کامپیوتری نشان داده‌اند که این امر ممکن است به قابلیت انتخاب پذیری ابزار صید و اثرات مرگ و میر صیادی ناشی از انتخاب طول مرتبط باشد (Walker *et al*., 1998; Thorson and Simpfendorfer, 2009). اختلاف سن کوسه نر و ماده در این مطالعه ۲ سال به‌دست آمد. در مطالعه هری و همکاران (Harry *et al*., 2013) نیز اختلاف ۵ سال در بین جنس نر و ماده در کوسه *C. telestoni* دیده شد. به‌علت اندک بودن مطالعه مشابه روی پارامترهای رشد کوسه چاک‌لب *R. acutus* میزان K و L_∞ با گونه‌هایی از جنس *Carcharhinus* مقایسه شد (جدول ۳). بین شاخص فای پریم مونرو به‌دست آمده در این مطالعه و دیگر شاخص‌های فای پریم به‌دست آمده در دیگر مطالعات برای گونه *R. acutus* یک مجموع از داده‌ها شکل گرفت که این مجموع از توزیع نرمال پیروی کردند پس می‌توان گفت که پارامترهای رشد به‌دست آمده در این مطالعه دارای دقت و صحت مناسب هستند.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-11]

[DOI: 10.22034/jair.10.1.41]

جدول ۳: پارامترهای رشد طول بی نهایت بر حسب سانتیمتر (L_∞) ، ضریب رشد سالیانه K و شاخص Ø

گونه	L∞		K			Ø			مکان	نویسنده
	نر	ماده	کل	نر	ماده	کل	نر	ماده	کل		
R. acutus	-	۱۰۰		-	۰/۲		-		۳/۳	هندوستان	Krishnamoorthi and Jagadis, 1986
R. acutus	۱۰۵	۱۰۶		۰/۶۴	۰/۶۰		۳/۸۵	۳/۸۳		هندوستان	Kasim, 1991
oligolinx.R			۹۷/۱		۰/۴۷				۳/۶۵	هندوستان	Purushottama, *et al, 2017*
R. porosus	۸۷/۱	۱۰۶		۰/۴۲	۰/۳۰		۳/۵	۳/۵۳		Pernambuco	Mattos et al, 2002

در این مطالعه از طریق تعیین سن ستون مهره‌ها بیشترین سن برای جنس ماده ۱۰ سال و برای جنس نر ۸ سال به‌دست آمد. اما نتایج مطالعات روی گونه‌های مشابه نشان می‌دهد که نتایج تعیین سن ستون مهره‌ها در گونه‌های خانواده Carcharhinidae معمولاً نتایج دقیق‌تر و واقع گرایانه‌تری از نتایج روش بازیابی و صید مجدد داشته است (Harry *et al*., 2013). اما بعضی از مطالعات توصیه کردند که از چند روش تعیین سن مانند ستون مهره، تگ‌گذاری و غیره به‌طور همزمان استفاده شود (Stevens *et al*., 2000; Last and Stevens, 2009)؛ زیرا بیان‌شده است که در تعیین سن ستون مهره ممکن است در سنین بالا حلقه‌های رشد به‌خوبی شکل نگیرند (Casey and Natansons, 1992).

نتایج این مطالعه در مورد نحوه رشد بیانگر این بود که مدل رشد لجستیک برای جنس نر و کل بهترین مدل برای تصیف نحوه رشد جنس نر کوسه چاک‌لب بود. نتایج رییسی و همکاران (Raeisi *et al*., 2016)، روی کوسه چانه سفید *C. dussumeiri* نیز بیانگر این بود که مدل رشد لجستیک بهترین مدل برای توصیف نحوه رشد جنس نر این گونه بود. بررسی داده‌های تعیین سن ستون مهره در مقابل طول نیز نشان داده که اختلاف طول مشاهده بین دو سال متوالی که بیانگر میزان رشد سالانه بود در سال‌های ابتدای زندگی تغییرات اندکی داشت سبب آهنگ سرعت رشد افزایش و دوباره کاهش می یافت که این مساله بیانگر این بود که نحوه رشد کوسه ماهیان نر به مدل رشد فون برتالانفی که به تدریج با افزایش سن کاهش می‌یابد، مطابقت ندارد.

این مطالعه اولین مطالعه روی پارامترهای رشد کوسه چاک لب *R. acutus* در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان در محدوده آب‌های ایران بود. با توجه به فشار صید قانونی و غیرقانونی برروی این گونه ارزشمند پیشنهاد می‌گردد از نتایج این مطالعه به‌عنوان پایه‌ای برای مطالعات گسترده‌تر آینده استفاده شود، و وضعیت این ذخیره مورد پایش و مطالعه دقیق سالانه قرار گیرد تا بتوان از نتایج این مطالعات جهت اتخاذ رویکردهای علمی مدیریتی برای نجات این ذخیره ارزشمند از خطر انقراض استفاده کرد.

۵ | تشکر و قدردانی

از پرسنل کشتی کیش ۶۰۲، کشتی فرزام، مدیریت محترم شیلات هرمزگان به‌خصوص دکتر عالی‌زاده و دکتر ساسان صادقی نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

پست الکترونیک نویسندگان

علی‌رضا پردلان: alireza.pordelan@gmail.com
هادی رییسی: raeisi@gonbad.ac.ir
سکینه علی‌جان‌پور: salijanpour@gmail.com
رحمان پاتیمار: rpatimar@yahoo.com
سارا حق‌پرست: s.haghparast@sanru.ac.ir
ارسلان بهلکه: arsalan.bahalkeh@yahoo.com

REFERENCES

Asadi M. 2001. Reproduction biology of *Carcharhinus dussumeiri* in Hormozgan waters. Iranian Journal of Fisheries Science, 1: 1-18.

Banat I, M., Hassan E.S., EI-Shahawi M.S., Abu- Hilal A.H. 1998. Post- Persian Gulf War assessment of nutrients, heavy metal ions, hydrocarbons and bacterial population levels in the United Arab Emirates costal waters. Environment International, 24(1/2): 109-116.

Braccini J.M, Gillanders B.M, Walker T.I., Tovar-Avila J. 2007. Comparison of deterministic growth models fitted to length-at-age data of the piked spurdog (*Squalus megalops*) in south-eastern Australia. Marine and Freshwater Research. 58: 24–33.

Burnham K.P; Anderson D.R. 2001: Kullback–Leibler information as a basis for strong inference in ecological studies. Wildlife Research, 28: 111-119.

Cailliet G.M., Goldman K.J. 2004. Age determination and validation in chondrichthyan fishes. In 'Biology of sharks and their relatives'. (Eds JC Carrier, JA Musick and MR Heithaus.). pp: 399-448. (CRC Press: Boca Raton, FL, USA.).

Casey J.G., Natanson L.J. 1992. Revised estimates of age and growth of the sandbar shark (*Carcharhinus plumbeus*) from the western North-Atlantic. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 49: 1474-1477.

Compagno L.J.V. 1984. FAO Species Catalogue. 4. Requinsdumonde: uncatalogue annot_e et illustr_e des esp_eces de requinsconnues _a ce jour. Partie 2. Carcharhiniformes. FAO Fish, 331p.

Cortes E. 1999. Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. ICES Journal of Marine Science, 56: 707-717.

Fischer W., Bianchi G. 1984. FAO species identification sheets for fishery purposes, Western Indian Ocean, Vols. 1-V, FAO, Rome, Italy.

FishBase (www. Fishbase. org) seen on, 9 March 2021.

Froese R. 2006: Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. Journal of Applied Ichthyology, 22: 241-253.

Gelsleichter J., Musick J.A., Nichols S. 1999. Food habits

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-11]

[DOI: 10.22034/jair.10.1.41]

of the smooth dogfish, *Mustelus canis*, dusky shark, *Carcharhinus obscurus*, Atlantic sharpnose shark *Rhizoprionodon terraenovae*, and the sand tiger *Carcharias taurus* from the northwest Atlantic Ocean. Environmental Biology of Fishes, 54: 205-217.

Haddon M. 2011. Modelling and quantitative methods in fisheries, by Chapman and Hall/ CRC Press. 465p.

Harry A.V, Andrew J., Simpfendorfer C.A. 2013. Age, growth and reproductive biology of the spot-tail shark, *Carcharhinus sorrah*, and the Australian blacktip shark, *C. tilstoni*, from the Great Barrier Reef World Heritage Area, north-eastern Australia. Marine and freshwater research, 64: 277-293.

Kasim H.M. 1991. Shark fishery of Verabal Coast with special reference to population dynamics of *Scoliodon laticaudus* (Muller and Henle) and Rhizoprionodon acutus (Ruppell). Journal of Marine Biology Assosiation, India. 33(1/2):213-228.

Katsanevakis S., Maravelias C.D. 2008. Modelling fish growth: multi-model inference as a better alternative to a priori using von Bertalanffy equation. Fish and Fisheries, 9: 178–187.

Krishnamoorthi B., Jagadis I. 1986. Biology and population dynamics of the grey dogshark, *Rhizoprionodon* (*Rhizoprionodon*) *acutus* (Ruppell) in Madras waters. Indian Journal of Fisheries, 33(4):381-385.

Last P.R., Stevens J.D. 2009. Sharks and Rays of Australia. (CSIRO Publishing: Melbourne.)

Mattos S.M.G., Periera J.A. 2002. Parametros de crescimiento do tubarão rabo-seco *Rhizoprionodon porosus* (Poey, 1861), no littoral do estado de Pernambuco, Brasil. Arq. Ciênc. Mar, 35: 57-66.

Purushottama G.B., Dash G., Thakurdas, K.V., Akhilesh S.J., Kizhakudan P., Zakaria P.U. 2017. Population dynamics and stock assessment of grey sharpnose shark *Rhizoprionodon oligolinx* Springer, 1964 (Chondrichthyes: Carcharhinidae) from the north-west coast of India. Indian Journal of Fisheries, 64(3):8-17.

Raeisi H., Kamrani E., Patimar R., Sourinezhad I. 2017. Investigating reproductive cycle of whitecheek shark *Carcharhinus dussumieri* (Müller and Henle, 1839) in Hormozgan waters, Persian Gulf. Journal of Aplied Ichthyological Researches, 5 (2):17-30.

Raeisi H. 2016. Stock assessment and management of *Carcharhinus dussumieri* (Valenciennes, 1839) by using stochastic modeling from fishing grounds in the Persian Gulf and Oman Sea. Ph.D. Thesis, Hormozgan University, Hormozgan, Iran. (In Persian).

Simpfendorfer C.A, McAuley R.B., Chidlow J., Unsworth P. 2002. Validated age and growth of the dusky shark, *Carcharhinus obscurus*, from Western Australian waters. Marine and Freshwater Research, 53: 567-573.

Stevens J.D., Bonfil R., Dulvy N.K., Walker P.A. 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (Chrondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. ICES Journal Marine Science, 57:476-494.

Thorson J.T., Simpfendorfer C.A. 2009. Gear selectivity and sample size effects on growth curve selection in shark age and growth studies. Fisheries Research, 98: 75-84.

Walker T.I., Taylor B.L., Hudson R.J., Cottier J.P. 1998. The phenomenon of apparent change of growth rate in gummy shark (*Mustelus antarcticus*) harvested off southern Australia. Fisheries Research, 39:139-163.

نحوه استناد به این مقاله:

پردلان ع.، رییسی ه.، علی‌جان‌پور س.، پاتیمار ر.، حق‌پرست س.، بهلکه ا. ۱۴۰۱. مدل‌سازی رشد کوسه‌ماهی چاک‌لب *Rhizoprionondon acutus* (Ruppel, 1837) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان محدوده استان هرمزگان. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی، ۱۰(۱): ۴۵-۳۸.
https://doi.org/10.22034/jair.10.1.41

Pordelan A., Raeisi H., Alijanpour S., Patimar R., Haghparast S., Bahalkeh A. 2022. Growth modelling of milk shark, *Rhizoprionondon acutus* (Ruppel, 1837) from waters of the Persian Gulf and Oman Sea (Hormozgan province). Journal of Applied Ichthyological Research, 10(1): 38-45. https://doi.org/10.22034/jair.10.1.41

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-11]

[DOI: 10.22034/jair.10.1.41]

Growth modelling of milk shark, *Rhizoprionondon acutus* (Ruppel, 1837) from waters of the Persian Gulf and Oman Sea (Hormozgan province)

Pordelan A[1]., Raeisi H[2*]., Alijanpour S[3]., Patimar R[4]., Haghparast S[5]., Bahalkeh A[6].

[1] M.Sc in Marine Biology, Faculty of Basic Sciences and Technical Engineering, Gonbadkavos University, Gonbadkavos, Iran.
[2] Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbadkavos University, Gonbadkavos, Iran
[3] Associate Prof., Dept. of Biology, Faculty of Basic Sciences and Technical Engineering, Gonbadkavos University, Gonbadkavos, Iran
[4] Associate Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbadkavos University, Gonbadkavos, Iran
[5] Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Sari University, Sari, Iran
[6] PhD, Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbadkavos University, Gonbadkavos, Iran

Type:

Original Research Paper

https://doi.org/10.22034/jair.10.1.41

Paper History:

Received: 06-02-2022
Accepted: 26-02- 2022

Corresponding author:

Raeisi H. Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbadkavos University, Gonbadkavos, Iran.

Email: raeisi@gonbad.ac.ir

Abstract

This study aimed to investigate growth modelling of the milk shark (*Rhizoprionondon acutus* Ruppel, 1837) from October 2019 until March 2021 for 18 months in northern waters of the Persian Gulf and the Oman Sea (Hormozgan Province). Overall, 317 shark samples of *R. acutus* including 137 males and 180 females were caught and biometric measurements were performed on the samples. Length range of male and female sharks were 49.8-92.15 cm and 48.91-95.5 cm, respectively. The length of the largest and ready to birth embryo with the age of 0 for the female and male were 29.21 and 31.01 cm, respectively. Exponential relationship between total length and total weight of males and females were as $W=0.0021L^{3.1508}$ and $W=0.003L^{3.062}$, respectively. After optimization by a non-linear regression through least square method, this relationship was altered for males and females as $W=0.0028L^{3.078}$ and $W=0.0025L^{3.106}$, respectively. By adoption of multi-modelling approach, the best model fitted to indicate how to grow for the females of milk shark was Gompertz Growth Model (AIC=48.14, ΔAIC = 0). Logistic model had also a considerable validation to draw the growth of females according to AIC (AIC=50.02, ΔAIC= 1.87). The best model fitted to show how to grow the males of milk shark was Logistic Model (AIC=36.33, ΔAIC= 0). Gompertz model had also a moderate validation to draw the growth of males (AIC=42.46, ΔAIC= 6.12), but three parameterized Von Bertalanfy model showed no efficiency to draw the growth of males (AIC= 53.2, ΔAIC= 16.86). This study was performed for the first time on growth and mortality parameters of the milk shark in Iranian waters of the Persian Gulf and Oman Sea.

Keywords: Milk shark, The Persian Gulf, Oman Sea, Growth modelling

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-10-11]

[DOI: 10.22034/jair.10.1.41]