

بررسی پارامترهای رشد و مرگ‌ومیر ماهی کوتر دهان زرد (*Sphyraena obtusata*) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان محدوده استان هرمزگان

چکیده

این مطالعه باهدف برآورد پارامترهای طول-وزن، رشد و مرگ‌ومیر ماهی کوتر دهان زرد (*S. obtusata*) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان در محدوده صیدگاه‌های استان هرمزگان از تاریخ مهرماه ۱۳۹۸ تا اسفندماه ۱۳۹۹ به مدت ۱۸ ماه انجام شد. برای نمونه‌برداری از تورهای ترال میان آبی، تورهای گوش‌گیر و مشتا استفاده شد. پس از پایان نمونه‌برداری در مجموع تعداد ۴۴۳ نمونه شامل ۲۰۶ نر و ۲۳۷ ماده، بیومتری، توزین و تعیین جنسیت شدند. میانگین طول نمونه ماهیان کوتر دهان زرد نر، ماده و کل صیدشده در این مطالعه به ترتیب $2/97 \pm 22/61$ ، $22/57 \pm 2/8$ و $22/48 \pm 3/11$ سانتیمتر برآورد شد. پس از انجام برازش به روش حداقل مربعات رابطه طول-وزن برای جنس نر برابر با $W = 0.04L^{3/160}$ ، برای جنس ماده برابر با $W = 0.04L^{3/189}$ و برای هر دو جنس برابر با $W = 0.04L^{3/189}$ به دست آمد. با توجه به مدل‌های رشد آزمایش‌شده در این مطالعه شده L_{∞} ، K ، t_0 برای ماهیان جنس نر به ترتیب $30/25$ سانتیمتر، $0/587$ در سال و $0/275$ ، برای ماهیان جنس ماده به ترتیب $32/1$ سانتی‌متر، $0/46$ در سال و $0/34$ - برای کل نمونه‌ها بدون در نظر گرفتن جنسیت به ترتیب $30/43$ سانتیمتر، $0/545$ و $0/297$ - به دست آمد. نمودار وزن-سن ترسیم‌شده رابطه لوجستیک بین تغییرات وزن در مقابل سن را نشان داد. وزن بی‌نهایت برای ماهی کوتر دهان زرد نر، ماده و کل به ترتیب، $295/02$ گرم، $241/23$ و $326/2$ گرم محاسبه شد. میزان مرگ‌ومیر کل، برای جنس نر، ماده و هر دو جنس به ترتیب $1/562$ در سال، $1/006$ در سال و کل داده‌ها $1/332$ به دست آمد. ضریب بهره‌برداری برای جنس نر، ماده و کل به ترتیب، 60 ، 51 و 54 درصد به دست آمد. نتایج این مطالعه بیانگر وجود فشار بر ذخایر ماهی کوتر دهان زرد بود. ادامه وضع موجود می‌تواند سبب کاهش ذخایر این گونه در سال‌های آینده شود.

واژگان کلیدی: کوتر دهان زرد، طول-وزن، ضریب بهره‌برداری، مرگ‌ومیر، رابطه سن-وزن، *Sphyraena obtusata* استان هرمزگان

فرشید میرزایی صدر^۱

هادی ریسی^{۲*}

محمد هرسیج^۳

سارا حق پرست^۴

حجت‌الله جعفریان^۵

ضیا کرد جزئی^۶

محمدحسن گرامی^۷

۱. دانشجوی دکتری رشته تولید و بهره‌برداری آبزیان، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران.
۲. استادیار گروه شیلات، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران.
۳. دانشیار گروه شیلات، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران.
۴. استادیار گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
۵. دانش‌آموخته دکتری رشته تولید و بهره‌برداری آبزیان، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران.
۶. استادیار گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
۷. دانش‌آموخته دکتری رشته تولید و بهره‌برداری آبزیان، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران.

*مسئول مکاتبات:

Raeisi_hadi@yahoo.com

کد مقاله: ۱۴۰۱۰۹۵۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۲۰

این مقاله پژوهشی و برگرفته از رساله دکتری است.

مقدمه

میزان صید کوتر ماهیان از ۱۴۳۶ تن در سال ۱۳۷۶ به ۱۷۹۲۵ تن در سال ۱۴۰۰ افزایش یافته است. (اداره آمار معاونت صید استان هرمزگان، ۱۴۰۱). بر این اساس، کوتر ماهیان نقش پررنگی در تأمین پروتئین موردنیاز استان و نیز کشور را بازی می‌کنند. آن‌ها همچنین به دلیل جمعیت قابل توجه نقش مهمی در اکوسیستم خلیج فارس دارند.

بررسی پارامترهای رشد و مرگومیر ماهی کوتر دهان زرد (*Sphyraena obtusata*) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان ... / میرزایی صدر و همکاران

صید این گونه هر ساله در فصول متعدد صورت گرفته و به دلیل پراکنش عمده آن عمدتاً در تمامی صیدگاه‌های جنوبی کشور یافت می‌شود. کوتر ماهیان بر اساس شکل بدنی کشیده و دندان‌های تیز و برنده بر روی آرواره‌ها جز دسته ماهیان شکارچی انتظاری محسوب می‌شوند که به صورت جمعیتی به جستجوی طعمه می‌پردازند و به همین دلیل اغلب دوره زندگی رفتار دسته‌جمعی را پیروی می‌کنند (Barreiros et al., 2002). کوتر ماهیان که در جنوب ایران بانام محلی دوولمی شناخته می‌شوند، شکارچیان ترسناکی برای سایر ماهیان هستند. بدن آن‌ها کشیده و شبیه اردک‌ماهی است آرواره تحتانی جلوآمده است و دندان‌های تیز محکم و ترسناک در آرواره‌ها وجود دارد. دوباله پستی کاملاً از هم جدا هستند. کوتر ماهیان شکارچیان حریصی هستند که در دریا‌های مناطق حاره و گرم معتدل، عمدتاً در آب‌های کرانه‌ای دیده می‌شوند، ولی در اقیانوس‌ها نیز می‌توان آن‌ها را یافت. غالباً در آب‌های سطحی به سر می‌برند، اما تا عمق ۱۰۰ متر یا بیشتر نیز گزارش شده‌اند (ستاری و همکاران، ۱۳۸۶). کوتر ماهیان گوشت‌خوارند، کوتر ماهیان عمدتاً پلاژیک و برخی نزدیک به کف در سرتاسر مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای مشاهده می‌شوند. بیشتر آن‌ها ساکن آب‌های کم‌عمق ساحلی مانند خلیج‌های کوچک، مصب‌ها یا در مجاورت مناطق مرجانی زیست می‌کنند، ولی در آب‌های سطحی دریای آزاد و عمق‌های پایین‌تر تا عمق بیشتر از ۱۰۰ متر هم می‌توان یافت (De Sylva and Wiliams, 1986). کوتر ماهیان نیز همانند کوسه‌ها مشکلی برای صیادان صنعتی به حساب می‌آیند. گوشت آن‌ها لذیذ است و به صورت تازه، یخ‌زده، خشک، نمک‌سود یا دودی به بازار عرضه می‌گردد (Fischer and Bianchi, 1984).

بر اساس مطالعات Carpenter و همکاران در سال ۱۹۹۷ تعداد هفت گونه از کوتر ماهیان در آب‌های خلیج فارس مشاهده شدند. همچنین مطالعات نشان می‌دهد که در آب‌های ایرانی خلیج فارس و دریای عمان چهار گونه از این خانواده زندگی می‌کنند که عبارت‌اند از کوتر ساده (*Sphyraena jello*) کوتر چشم درشت (*Sphyraena forsteri*) کوتر موج (*Sphyraena putnamiae*) و کوتر دهان زرد (*Sphyraena obtusata*) (اسدی و دهقانی، ۱۳۷۵).

استان هرمزگان با میانگین سهم ۶۰ درصد بیشترین میزان صید کوتر ماهیان را به خود اختصاص می‌دهد. این آمار بیانگر این است که عمده صیدگاه‌ها و ذخایر کوتر ماهیان در محدوده آب‌های این استان قرار دارد. (اداره آمار معاونت صید استان هرمزگان، ۱۴۰۱). بعد از استان هرمزگان بیشترین میزان صید کوتر ماهیان به ترتیب مربوط به استان سیستان بلوچستان با ۵۳۱۲ تن، استان بوشهر با ۱۵۴۵ تن و خوزستان با ۱۷۶ تن قرار دارد.

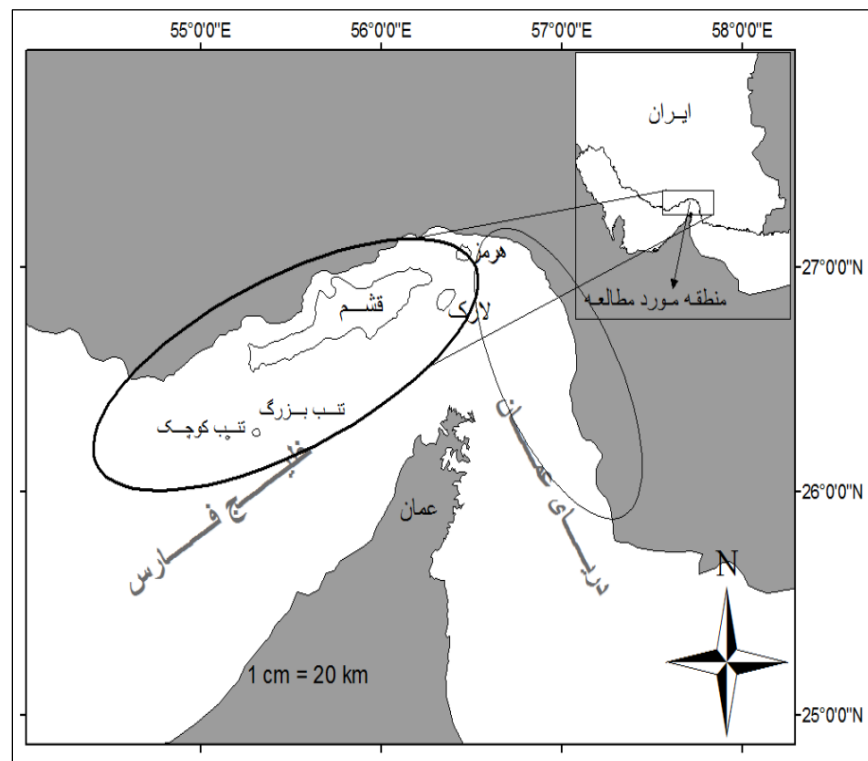
در سال‌های اخیر فشار بر ذخایر کوتر ماهیان به میزان قابل توجهی افزایش یافته است. میزان صید کوتر ماهیان در استان هرمزگان از ۱۰۱۶ تن در سال ۱۳۷۶، به بیش از ۱۰۸۹۲ تن در سال ۱۴۰۰ افزایش یافته است (اداره آمار، معاونت صید استان هرمزگان). این میزان ۱۰/۷ برابر افزایش در میزان بهره‌برداری از ذخایر کوتر ماهیان طی دو دهه اخیر را نشان می‌دهد که در درازمدت سبب فشار بر ذخایر کوتر ماهیان و آسیب به ذخایر این خانواده ارزشمند می‌گردد.

کوتر دهان زرد (*Sphyraena obtusata*)، یکی از گونه‌های خوش‌خوراک ماهیان کرانه‌های ساحلی خلیج فارس از جمله استان هرمزگان است که توسط تورهای ترال، گوش‌گیر عمقی صید می‌شود. در مورد کوتر دهان زرد اطلاعات اندک و پراکنده‌ای در خلیج فارس و دریای عمان وجود دارد اما در مورد دیگر گونه‌های کوتر ماهیان مطالعات مختلفی تاکنون در خلیج فارس و دریای عمان انجام شده است (ریبسی و همکاران، ۱۴۰۱؛ پارسا و همکاران، ۱۳۹۳؛ وثوقی مستجیر و همکاران، ۱۳۹۰؛ عالی حسینی و همکاران، ۱۳۹۰)؛ اما مطالعاتی روی خصوصیات زیستی کوتر دهان زرد *S. obtusata* در دیگر مناطق دنیا انجام گرفته است (Meshram et al.; Jaiswar et al., 2004; Rajesh et al., 2021; Meshram et al., 2021a; Meshram et al., 2021b; Najmudeen et al., 2015). اما با توجه به افزایش شدید بهره‌برداری در سال‌های اخیر مطالعه‌ای روی ذخایر و رشد و مرگومیر این گونه ارزشمند انجام نگرفته است. توجه به وجود این گونه در ترکیب صید ماهیان این استان و میزان صید آن، شناخت ابعاد مختلف این ذخیره قابل استحصال از جمله، پویایی جمعیتشان می‌تواند در طرح و تدوین برنامه‌های شیلاتی از جمله

مدیریت منابع شیلاتی منطقه مورد مطالعه، نقش مؤثری داشته باشد؛ بنابراین بررسی پارامترهای جمعیتی ماهی کوتر دهان زرد مانند رشد و مرگ‌ومیر و دیگر پارامترهای زیستی این گونه و همچنین بررسی وضعیت ذخایر این گونه می‌تواند به مدیریت ذخایر این گونه کمک نماید؛ اما تاکنون مطالعه‌ای در مورد شاخص‌های رشد و مرگ‌ومیر این گونه در آب‌های استان هرمزگان صورت نگرفته است. با توجه به مطالب گفته‌شده هدف از این مطالعه بررسی پارامترهای رشد و مرگ‌ومیر ماهی کوتر دهان زرد در صیدگاه‌های این گونه در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان واقع در استان هرمزگان بود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، نمونه‌برداری در طی ۱۸ ماه از مهرماه ۱۳۹۸ تا اسفندماه ۱۳۹۹ در صیدگاه‌های این گونه در خلیج فارس و دریای عمان در محدوده استان هرمزگان انجام شد (شکل ۱). برای نمونه‌برداری از تورهای ترال میان آبی، تورهای گوش‌گیر و مشت استفاده شد. در این مطالعه در هر ماه حداقل ۳۰ نمونه و به صورت کلی ۴۴۳ نمونه از ماهی کوتر دهان زرد *S. obtusata* مورد بیومتری و تشریح قرار گرفت. شناسایی گونه بر اساس کلید شناسایی Carpenter, 1997 و اطلس ماهیان خلیج فارس و دریای عمان (اسدی و دهقانی، ۱۳۷۵) صورت گرفت. نمونه‌برداری عمدتاً از شناورهای ترال و شناورهای صیادی با تور گوش‌گیر انجام شد.



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه، جهت نمونه‌برداری کوتر دهان زرد *Sphyraena obtusata* محدوده صیدگاه‌های استان هرمزگان.

بررسی پارامترهای رشد و مرگومیر ماهی کوتر دهان زرد (*Sphyraena obtusata*) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان ... / میرزایی صدر و همکاران

در این مطالعه از کشتی ترالر فرزام و کیش ۶۰۲ استفاده شد. تجهیزات موجود روی شناور عبارت بودند از:

- اکوساندر برای ماهی یابی
- موقعیت یاب (GPS)
- رادار
- تور ترال بهبودیافته، جنس نخ پلی اتیلن، چشمه تور ۷۵ میلی متر (گره تا گره مقابل)، پانل فوقانی به طول ۳۶ متر، پانل تحتانی به طول ۲۶ متر، طناب فوقانی ۴۵ متر

همچنین در این مطالعه از شناورهای گوش گیر با مشخصات زیر نمونه‌های کوتر جمع‌آوری شد (جدول ۱، جدول ۲):

جدول ۱: مشخصات شناور صیادی گوش گیر.

مشخصات شناور	شناور (لنج)
جنس بدنه	فایبرگلاس
ارتفاع	۲/۸۵ متر
عرض میانی	۶/۳۹ متر
طول سراسری	۲۳/۷ متر
نوع موتور	یانمار
قدرت موتور	۳۵۰ اسب بخار
سیستم سکان	دستی

جدول ۲: مشخصات تور گوش گیر.

مشخصات تور.	تور گوش گیر مولتی فیلامنت
اندازه چشمه در حالت کشیده	۱۴۰ میلی متر
قطر نخ	۱/۸ میلی متر (۳/۳۶/d ۲۱۰)
تعداد طاقه	۶۸
طول هر طاقه	۱۸۲/۸۸ متر
ارتفاع هر طاقه در حالت کشیده	۹/۸ متر
ارتفاع آویخته هر طاقه	۸/۰۳ متر
ضریب آویختگی افقی	۵۶ درصد
ضریب آویختگی عمودی	۰/۸۳ درصد

رابطه طول و وزن برای هرگونه ماهی با استفاده از معادله زیر محاسبه شد (froese, 2006):

$$W = aL^b$$

رابطه ۱:

در این معادله W وزن، a عرض از مبدأ، L طول کل و b شیب خط می‌باشد. با استفاده از روش حداقل مربعات باقی‌مانده‌ها برای ضرایب a و b مقادیر بهینه از طریق رابطه‌های زیر به دست آمد (Haddon, 2011):

$$SSQ = \sum (Observed - Expected)^2 \quad \text{رابطه ۲:}$$

$$SSQ = \sum (Y - (a + bX))^2 \quad \text{رابطه ۳:}$$

استفاده از معادلات رشد ابتدا به‌وسیله روش‌های تعیین به‌وسیله بافت‌های سخت بدن از طریق برش و تعیین سن اتولیت و سپس به‌وسیله آنالیز ترکیب طولی و روش پترسن در نرم‌افزار FiSAT انجام شد.

برای تعیین سن اتولیت از ۴۴۳ نمونه تشریح شده، تعدادی از نمونه‌های اتولیت به سبب شکستگی‌هایی که در تهیه نمونه و یا در هنگام برش به وجود آمده بود و برای تعیین سن مناسب نبود، کنار گذاشته شد و به‌صورت کلی ۲۵۰ اتولیت شامل ۱۲۳ اتولیت نر و ۱۲۷ اتولیت ماده مورد تعیین سن قرار گرفت.

رشد از طریق برازش تابع رشد فون برتالانفی بر اساس داده‌های فراوانی طولی موردبررسی قرار گرفت. معادله رشد فون برتالانفی به‌صورت زیر (رابطه ۴) تعریف می‌شود (Sparre and venema, 1998):

$$L_t = L_{\infty}(1 - \exp(-K(t - t_0))) \quad \text{رابطه ۴:}$$

طبق این معادله

$L(t)$ طول ماهی در زمان سن (t)

L_{∞} حداکثر طولی است که یک آبی می‌تواند به آن برسد.

t سن ماهی در زمان صید و t_0 سن فرضی ماهی وقتی که طول صفر است (Sparre and venema, 1998).

پارامتر K به‌عنوان آهنگ رشد آبی مطرح می‌شود و نشان‌دهنده آهنگ رسیدن ماهی به طول بی-نهایت (L_{∞}) است.

هم‌چنین به‌منظور محاسبه t_0 از فرمول تجربی پائولی استفاده گردید (Pauly, 1983):

$$\text{Log}(-t_0) = -0/3922 - 0/2752 \text{Log} L_{\infty} - 1/038 \text{Log} K \quad \text{رابطه ۵:}$$

میزان W_{∞} از طریق رابطه ۶ برآورد شد (Haddon, 2011):

$$\hat{W}_t = w_{\infty}[1 - e^{-k[t-t_0]}]^b \quad \text{رابطه ۶:}$$

که W_{∞} بیانگر وزن بی‌نهایت و b بیانگر شیب خط حاصل از رابطه طول و وزن است.

برای مقایسه پارامترهای رشد برآورد شده با سایر نتایج بر روی این گونه یا گونه‌های مشابه در سایر مناطق از آزمون فای پریم به شرح زیر استفاده شد (Gayaniilo and Pauly, 1997) (رابطه ۷):

$$\phi = \log K + 2\log L_{\infty} \quad \text{رابطه ۷:}$$

بررسی پارامترهای رشد و مرگومیر ماهی کوتر دهان زرد (*Sphyraena obtusata*) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان ... / میرزایی صدر و همکاران

پارامترهای مدل از معادله رشد فون برتالانفی توضیح داده شده در بالا به دست می‌آید. برای جدا کردن گروه‌های همزاد از روش باتاچاریا استفاده شد. در این روش بیشتر از چشم و سایر داده‌های رشد مانند حداکثر سن استفاده می‌کنند. باید توجه داشت برای صحت انجام جداسازی گروه‌های همزاد باید شاخص جداسازی (Separation Index) بزرگ‌تر از دو باشد (Sparre and Venema, 1998).

ابتدا برای برآورد مرگومیر کل از منحنی صید سنی استفاده شد. مرگومیر کل (Z) به روش منحنی صید سنی با استفاده معادله زیر برآورد شد (Gayaniilo and Pauly, 1997):

$$N_{i+1} = N_i e^{-Z(t_{i+1}-t_i)} \quad \text{رابطه ۸:}$$

N_i : تعداد افراد در زمان t_i

N_{i+1} : تعداد افراد در زمان t_{i+1}

Z : ضریب مرگومیر کل می‌باشد.

برای برآورد مرگومیر طبیعی از روش پائولی استفاده شد (Pauly, 1983):

$$\text{Log } M = 0/0066 - 0/279 \text{ Log } L_{\infty} + 0/6543 \text{ Log } K + 0/4634 \text{ Log } T \quad \text{رابطه ۹:}$$

مرگومیر صیادی نیز از طریق رابطه زیر (رابطه ۱۰) به دست آمد (Sparre and Venema, 1998):

$$Z = F+M \quad \text{رابطه ۱۰:}$$

که در آن M میزان مرگومیر طبیعی و F میزان مرگومیر صیادی می‌باشد. ضریب بهره‌برداری نیز از طریق رابطه ۱۱ برآورد شد (Sparre and Venema, 1998):

$$E = F/Z \quad \text{رابطه ۱۱:}$$

که در آن F مرگومیر صیادی، Z مرگومیر کل و E ضریب بهره‌برداری می‌باشد.

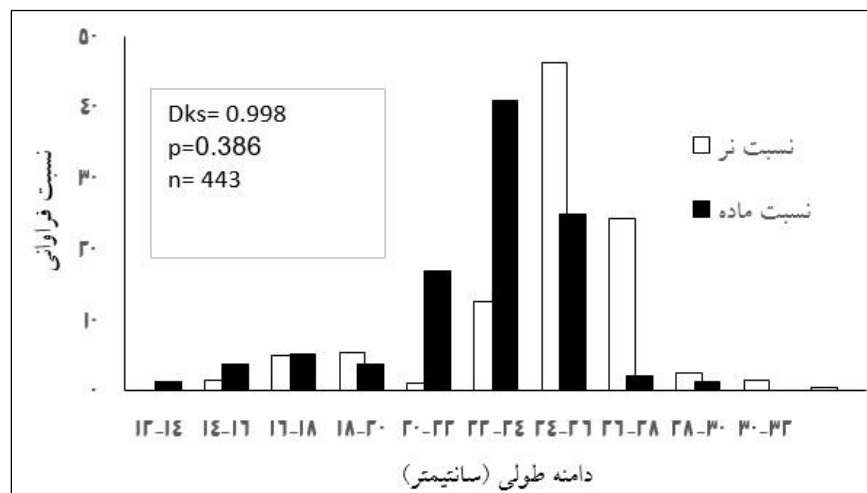
نتایج

پس از پایان نمونه‌برداری در مجموع تعداد ۴۴۳ نمونه شامل ۲۰۶ نر و ۲۳۷ ماده مورد بیومتری، توزین و تعیین جنسیت قرار گرفت (جدول ۳):

جدول ۳: فراوانی طولی گونه *Sphyraena obtusata* در منطقه مورد مطالعه در خلیج فارس و دریای عمان در محدوده استان هرمزگان (۱۳۹۸-۱۳۹۹).

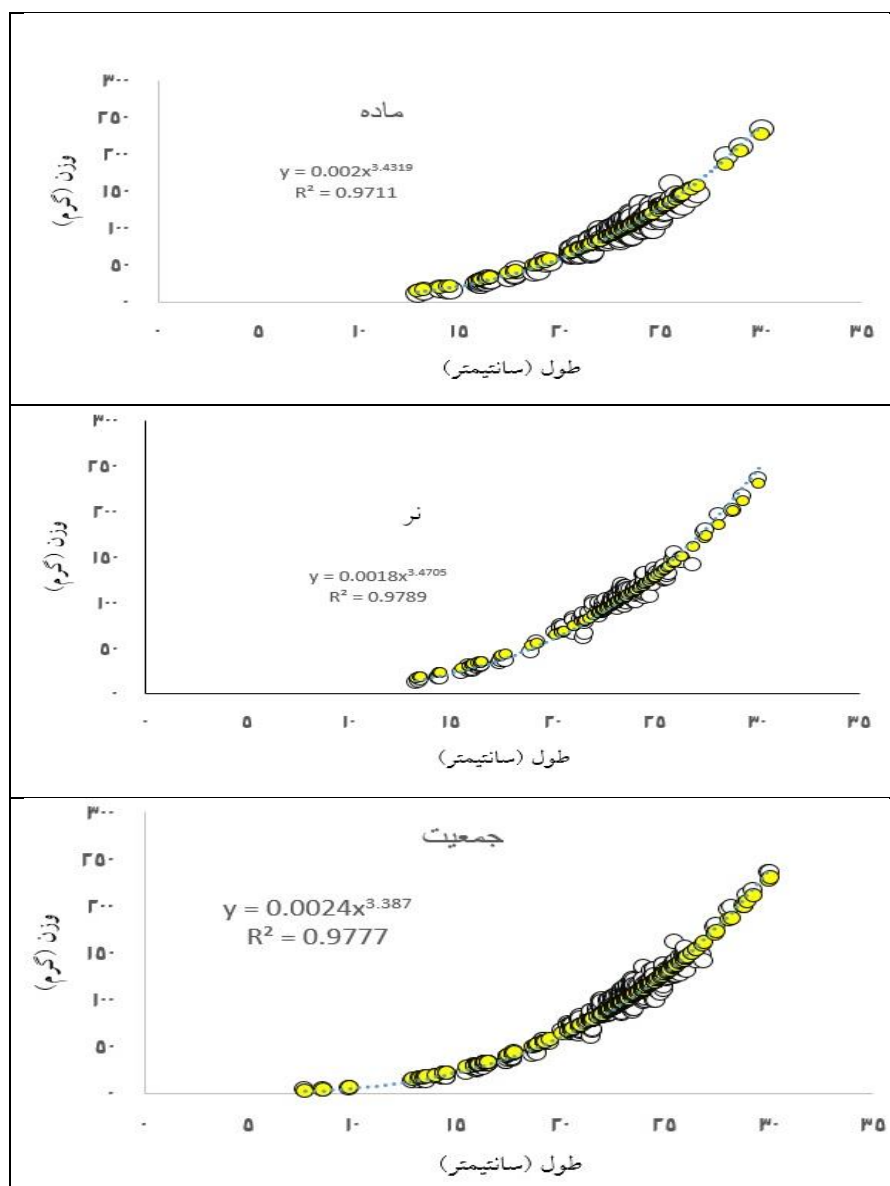
میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر طول کل (سانتی‌متر) و وزن کل (گرم) برای کوتر دهان زرد در صیدگاه‌های استان هرمزگان							
جنسیت	طول		وزن		میانگین	انحراف معیار	حداکثر
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر			
نر	۲۲/۶۱	۲/۹۷	۱۳/۳	۳/۱	۹۸/۲۹	۳۵/۴۹	۱۲/۶
ماده	۲۲/۵۷	۲/۸۰	۱۲/۹	۳۰	۹۶/۰۳	۳۳/۶۵	۱۲/۷
کل	۲۲/۴۸	۳/۱۱	۷/۷	۳۰/۱	۹۶/۲۷	۳۵/۳۸	۳/۷۵

بر اساس نتایج جدول یک مشاهده می‌شود که بیشترین طول کل ثبت‌شده برای گونه *S. obtusata* در این پژوهش برابر با ۳۱/۵ نر سانتی‌متر و کمترین آن برابر با ۱۷ سانتی‌متر بود. همچنین بیشترین وزن ثبت‌شده ۲۱۱/۴ گرم و کمترین آن ۲۵/۲۷ گرم مشاهده شد. نتایج نشان داد که بین توزیع فراوانی جنس نر و ماده کوتر دهان زرد ماهی کوتر دهان زرد *S. obtusata* تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0.05$) (شکل ۱).



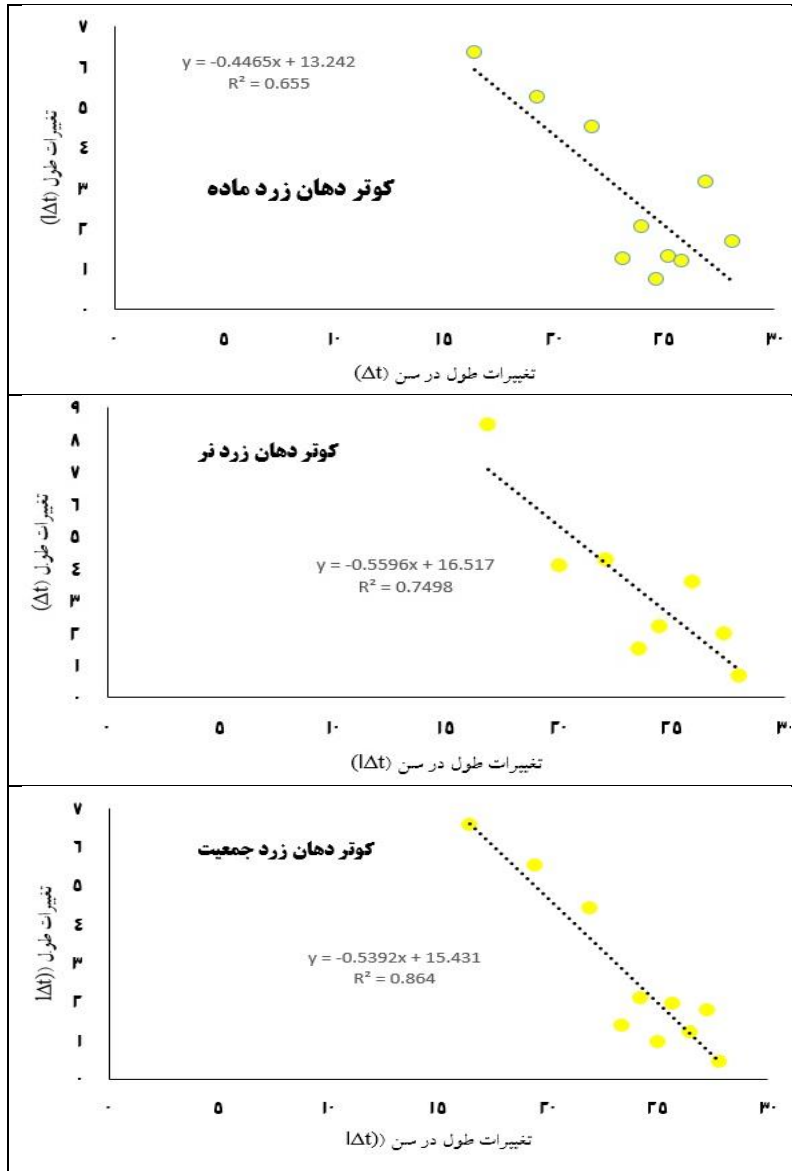
شکل ۲: منحنی توزیع فراوانی دو جنس نر و ماده ماهی کوتر دهان زرد *Sphyraena obtusata* در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان محدوده استان هرمزگان (۱۳۹۸-۱۳۹۹).

میزان ضرایب a و b در رابطه طول و وزن برای ماهی کوتر دهان زرد ماده و نر پس از برازش کردن به روش حداقل مربعات برآورد شد. رابطه نمایی طول کل - وزن گونه مورد مطالعه نشان‌دهنده رشد نمایی وزن همراه با افزایش طول است. این میزان قبل از برازش برای کل جمعیت برابر با $W = 0.0024 L^{3.387}$ به دست آمد. همچنین محاسبات نشان داد رابطه طول - وزن قبل از برازش برای جنس ماده برابر با $W = 0.002 L^{3.4319}$ و برای جنس نر برابر با $W = 0.0018 L^{3.4705}$ بود. بعد از انجام برازش به روش حداقل مربعات رابطه طول و وزن برای جنس نر برابر با $L^{3.160}$ و برای جنس ماده برابر با $W = 0.004 L^{3.208}$ و برای هر دو جنس برابر با $W = 0.004 L^{3.189}$ به دست آمد.



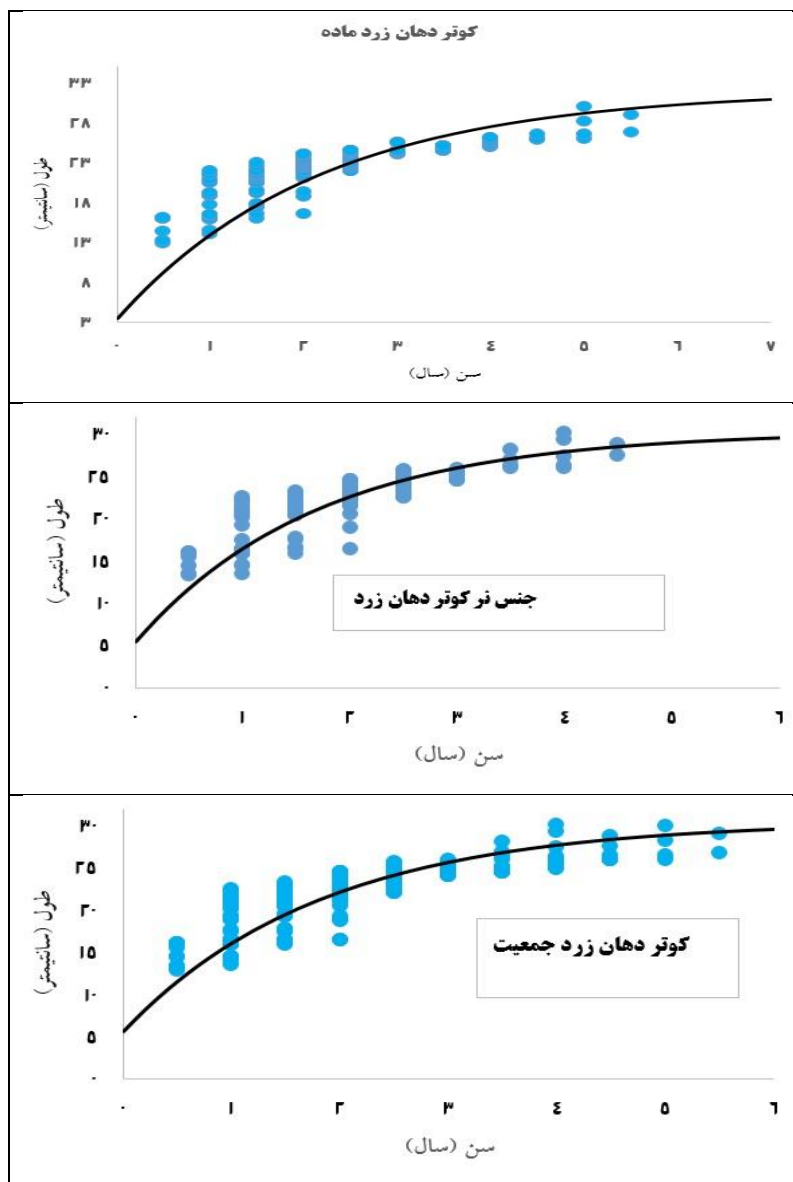
شکل ۳: رابطه طول کل - وزن گونه‌ی *Sphyraena obtusata* به تفکیک جنسیت در پژوهش حاضر در آب‌های استان هرمزگان (۱۳۹۸-۱۳۹۹).

میانگین درصد توافق برای ماهی کوتر دهان زرد *S. obtusata* (PA) و سال $1 \pm PA$ بین اولین و دومین خواندن که درون گروه طولی ۴ سانتیمتری دسته‌بندی شده بود، با ضریب تغییرات برای تعیین سن کننده اول ۵۵ درصد و برای تعیین سن کننده دوم ۶۷ درصد به دست آمد. میزان دقت تعیین سن کنندگان در محدوده قابل قبول قرار داشت و تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (تست تقارن بوکر $P = 0/13$, $X^2 = 14$). پارامترهای رشد برای ماهی کوتر دهان زرد نر و ماده و هر دو جنس بر اساس معادله گولاند و هولت برآورد شد (شکل ۴).



شکل ۴: نمودار گولاند و هولت برای جنس نر، ماده و هر دو جنس کوتر دهان زرد (*Sphyraena obtusata*) (۱۳۹۸-۱۳۹۹).

سپس منحنی‌های رشد بر اساس پارامترهای L_0 ، L_∞ و K ترسیم شد و بر اساس روش ماکزیمم درست نمایی پارامترهای محاسبه شده بهینه‌سازی شد. منحنی رشدی که برای هر دو جنس ماهی کوتر دهان زرد ترسیم گردید به یک مجانب ختم شد (شکل ۵).



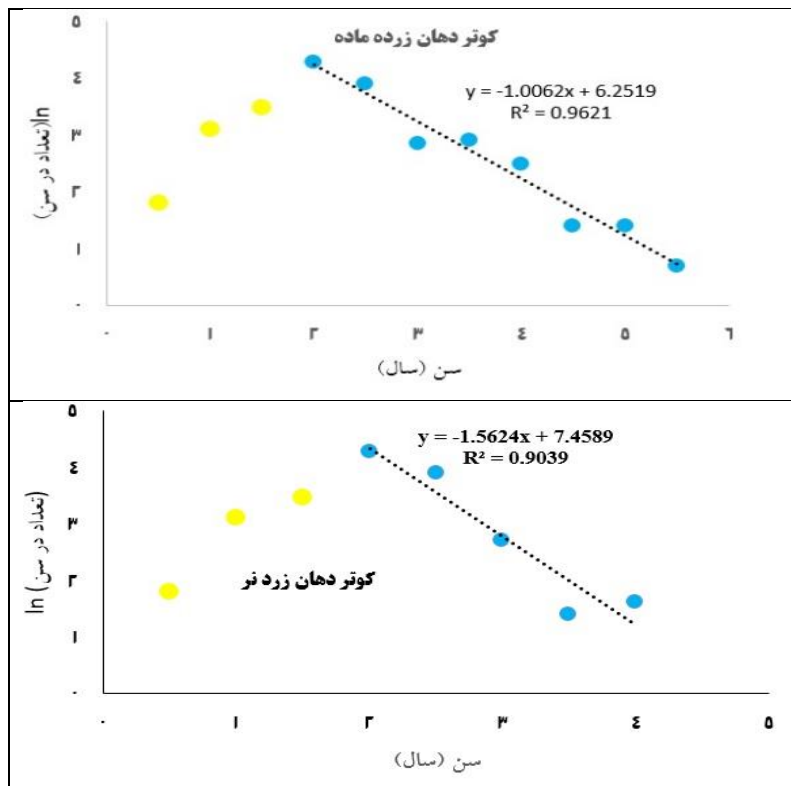
شکل ۵: منحنی طول-سن برای جنس نر، ماده و هر دو جنس کوتر دهان زرد *S. obtusata* در صیدگاه‌های این گونه در خلیج فارس و دریای عمان محدوده استان هرمزگان (۱۳۹۸-۱۳۹۹).

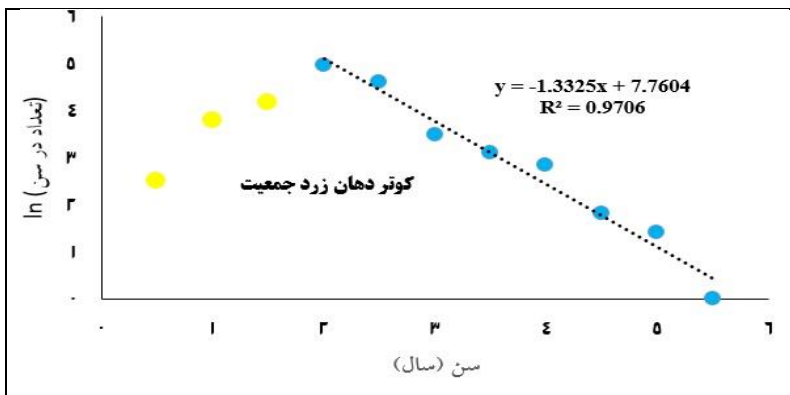
میزان پارامترهای طول بی‌نهایت L_{∞} ، ضریب رشد سالانه و t_0 عرض از مبدأ منحنی طول سن در محور سن X ها (X-intercept) قبل و بعد از براش توسط روش ماکزیمم درست‌نمایی محاسبه شد (جدول ۴).

جدول ۴: پارمترهای طول بی‌نهایت L_{∞} ، ضریب رشد سالانه و عرض از مبدأ منحنی x برای کوتر دهان زرد (*Sphyraena obtusata*) در صیدگاه‌های خلیج فارس و دریای عمان (۱۳۹۸-۱۳۹۹).

جنسیت	قبل از برازش			بعد از برازش		
	طول بی‌نهایت L_{∞}	ضریب رشد سالانه K	عرض از مبدأ t_0	طول بی‌نهایت L_{∞}	ضریب رشد سالانه K	عرض از مبدأ t_0
نر	۲۹/۵۱	۰/۵۵۹	-۰/۲۹۲	۳۰/۲۵	۰/۵۸۷	-۰/۲۷۵
ماده	۳۰/۰۹	۰/۴۴۰	-۰/۳۷۲	۳۲/۱	۰/۴۶۰	-۰/۳۴۹
دو جنس	۲۸/۶۲	۰/۵۳۹	-۰/۳۰۵	۳۰/۴۳	۰/۵۴۵	-۰/۲۹۷

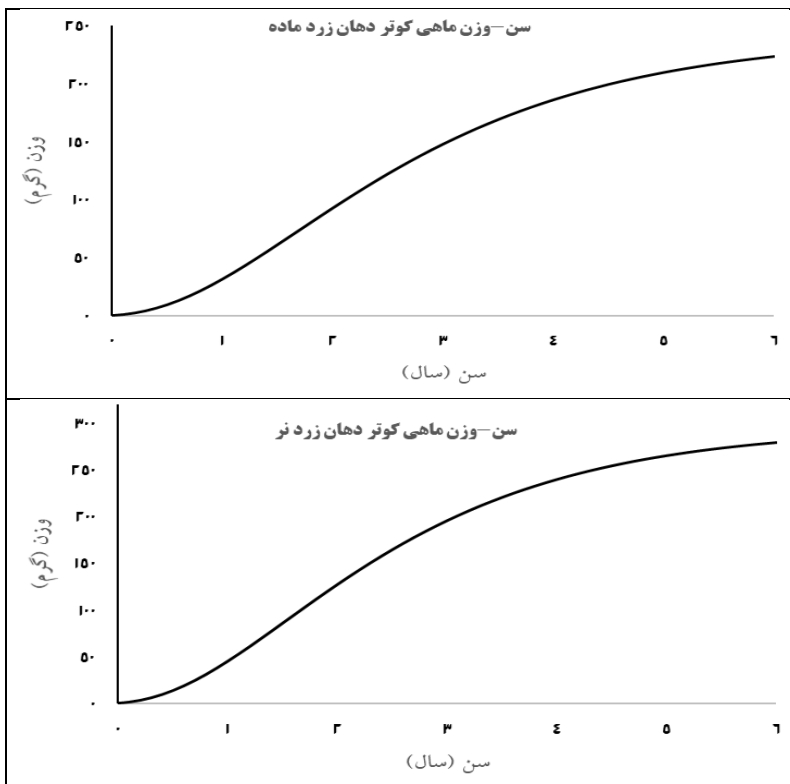
میزان مرگ‌ومیر کل، برای جنس نر، ماده و هر دو جنس به ترتیب ۱/۵۶۲ در سال، ۱/۰۰۶ در سال و کل داده‌ها ۱/۳۳۲ به دست آمد. ضریب بهره‌برداری برای جنس نر، ماده و کل به ترتیب، ۶۰، ۵۱ و ۵۴ درصد به دست آمد (شکل ۶).

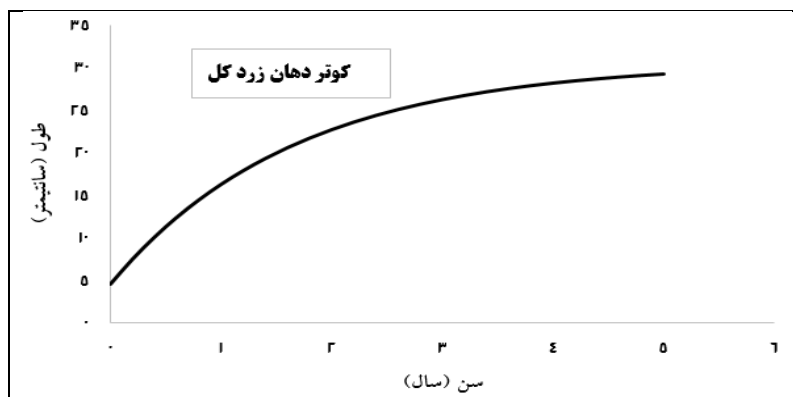




شکل ۶: نمودار مرگومیر برای جنس ماده، نر و کل ماهی کوتر دهان زرد، *Sphyraena obtusata* در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان (۱۳۹۸-۱۳۹۹).

وزن بی‌نهایت برای جنس نر، ماده و کل کوتر دهان زرد به ترتیب ۲۹۵/۰۲، ۲۴۱/۲۳ و ۳۲۶/۲ گرم، برای وزن کل به دست آمد (شکل ۷).





شکل ۷: نمودار وزن-سن برای ماهی کوتر دهان زرد *Sphyraena obtusata* برای جنس نر، ماده و کل در صیدگاه‌های خلیج فارس و دریای عمان (۱۳۹۸-۱۳۹۹).

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج، رابطه طول-وزن رشد *S. obtusata* در منطقه مورد مطالعه آلومتریکی مثبت است. رشد آلومتریکی مثبت در گونه *S. obtusata* در آب‌های دریای عرب توسط Rajesh و همکاران (۲۰۲۰) نیز گزارش شده بود. پارامترهای مهم رابطه طول-وزن که شامل پارامتر a و b می‌باشند در این پژوهش اندازه‌گیری شد و هم‌راستا با پژوهش‌های دیگر در نقاط دیگر بود. نتایج به‌دست‌آمده بر اساس عدد R^2 نشان داد که یک رابطه قوی در بین طول کل و وزن در جنس‌های نر و ماده وجود دارد. بدین ترتیب با بهره‌گیری از رابطه نمایی طول کل و وزن می‌توان پس از اندازه‌گیری طول کل، وزن آبی را حساب کرد و بالعکس. مشخصه‌های رابطه طول-وزن (a و b) در بررسی ارزیابی ذخایر آبیان بسیار مهم است و می‌توان از روی آن الگوی رشد یک‌گونه آبی را در بین مناطق مختلف مورد مقایسه قرارداد. همچنین آن را به‌عنوان یک شاخص کاربردی برای تعیین وضعیت رشد آبی به کاربرد (Gonzales et al., 2004).

جدول ۵: مقادیر پارامتر a و b گونه *S. obtusata* در مناطق مختلف دنیا.

منطقه مورد مطالعه	پارامتر a	پارامتر b	منبع
پژوهش حاضر	۰/۰۰۲۴	۳/۳۸۷	
New Caledonia	۰/۰۳	۲/۴۷	Carassou و همکاران، ۲۰۰۸
اندونزی	۰/۰۰۹	۲/۸۶	Pauly و همکاران، ۱۹۹۶
فیلیپین	۰/۰۰۷	۳	Federizon، ۱۹۹۳
خلیج مدهند	۰/۰۰۴	۳/۱۳	Mohamad Kasim و Balasubramanian، ۱۹۹۰
بمبئی هند	۰/۰۰۰۲۴	۲/۷۲	Jaiswar و همکاران، ۲۰۰۴

میزان ضریب رگرسیون (b) به‌طور معمول در آبیان بین عدد ۲ و ۴ است (Bagenal, 1987). هنگامی که ضریب رگرسیون برابر یا نزدیک به عدد ۳ باشد آبی دارای رشد همگون است و رشد آبی در همه ابعاد به‌طور یکسان صورت می‌گیرد (Wootton, 1990). اگر b بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از ۳ باشد رشد آلومتریکی است. اگر بزرگ‌تر از ۳ باشد آلومتریکی مثبت و اگر کوچک‌تر از ۳ باشد آلومتریکی منفی خواهد بود؛ اما به‌طور معمول آبی به‌طور کامل شکل بدنش را در طول دوره زندگی حفظ نمی‌کند و این پدیده به نوسان‌های فصلی و برخی مشخصه‌های زیستی

بررسی پارامترهای رشد و مرگومیر ماهی کوتر دهان زرد (*Sphyraena obtusata*) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان ... / میرزایی صدر و همکاران

مثل جنسیت، سن بلوغ، شدت تغذیه و غیره وابسته است. در نتیجه در بیشتر آبزیان رشد با تغییراتی در اندازه و حجم بدن همراه است؛ بنابراین در این ماهیان ضریب رگرسیون کوچک‌تر و یا بزرگ‌تر از عدد ۳ بوده و رشد ناهمگون در نظر گرفته می‌شود (Gonzales et al., 2004). با توجه به میزان به‌دست‌آمده برای L_{∞} در جنس‌های نر و ماده در باراکودای دهان زرد این عدد بزرگ‌تر از ۳ است این گونه از رشد آلومتریک مثبت برخوردار است. در این مطالعه روابط طول-وزن با دیگر مناطق دنیا مورد مقایسه قرار گرفت (جدول ۵). نتایج شیب‌خط و عرض از مبدأ به‌دست‌آمده در این مطالعه در دامنه مطالعات دیگر در دیگر نقاط دنیا قرار گرفت.

پارامترهای رشد بر اساس معادله ون برتالانفی به دست آمد. بر اساس مقایسه با دیگر نقاط جهان مشاهده شد که تفاوت ملموس مشاهده نمی‌شود. البته مقدار ضریب رشد و L_{∞} به‌دست‌آمده در مقایسه با دیگر نقاط کمتر بود. همان‌طور که مشاهده می‌شود t_0 برابر با منفی به دست آمد. منفی بودن پارامتر t_0 نشان‌دهنده این است که ماهیان جوان‌تر نسبت به نمونه‌های بالغ از رشد سریع‌تری برخوردار هستند (King, 1995).

جدول ۶: پارامترهای طول بی‌نهایت L_{∞} ، ضریب رشد سالانه k و عرض از مبدأ t_0 .

منطقه مورد مطالعه	k (yr)	L_{∞} (cm)	t_0 (yr)	منبع
پژوهش حاضر	۰/۲۵	۲۵	-۰/۰۰۱	
Gulf of Mannar	۱/۰۲	۳۲	-	Kasim و Balasubramanian, ۱۹۹۰
India	۰/۵۴	۲۶	-	Somavanshi, ۱۹۸۹
south-west coast of India	۰/۷۱	۲۹	-	Najmudeen و همکاران, ۲۰۱۵

ضرایب رشد به‌دست‌آمده در این مطالعه از طریق شاخص فای پریم با دیگر مناطق دنیا مقایسه شد که با توجه به تبعیت شاخص فای پریم از توزیع نرمال می‌توان گفت که شاخص‌های به‌دست‌آمده در این مطالعه از صحت کافی برخوردار است (جدول ۶). همچنین مقایسه نتایج پارامترهای رشد به‌دست‌آمده برای گونه مورد مطالعه پژوهش حاضر با دیگر گونه‌های جنس *Sphyraena* مانند گونه *S. chrysotaenia* (Erguden and Ozdemir, 2022) و یا *S. viridensis* (Bourehail and Kara, 2021) در آب‌های مدیترانه نشان می‌دهد که ضریب رشد گونه *S. obtusata* بالاتر می‌باشد و این گونه آهنگ رشد سریع‌تری دارد. این موضوع با توجه به وضعیت آب و هوایی خلیج فارس که دمای بالاتری دارد قابل پیش‌بینی است. در واقع آبزیان مناطق گرمسیری نسبت هم‌خانواده‌های خود در آب‌های معتدل یا سردتر آهنگ رشد بیشتری داشته و زودتر به طول بی‌نهایت خود می‌رسند (Van Denderen et al., 2020). همچنین در ادامه می‌توان متوجه شد که با توجه به اینکه ضریب رشد محاسبه شده (۰/۵۴۵) از میزان در نظر گرفته شده برای گونه‌هایی با رشد ($K < 0/1$) کند بزرگ‌تر است، این گونه در آبزیان کند رشد قرار نمی‌گیرد (Jennings et al., 2002). اختلاف در پارامترهای رشد می‌تواند به دلایل مختلفی باشد. یکی از دلایل مهم می‌تواند تفاوت در شرایط اکولوژیکی مانند دمای آب و میزان متفاوت غذای در دسترس باشد. دلیل دیگر می‌تواند روش به‌کاررفته در محاسبه پارامترهای رشد باشد، برای مثال روش الفان گاهی تخمینی بیش‌ازحد واقعی از طول بی‌نهایت می‌دهد (Hampton and Majkowski, 1987). با توجه به روش‌های صید متفاوت که مرتبط با نحوه زندگی این ماهی در منطقه جزر و مد می‌باشد دامنه طولی نمونه‌ها و بیشینه و کمینه آن‌ها نیز متفاوت خواهد شد (Froese and Jobling, 2007). فشار صیادی، تغییرات آب و هوایی و تغییر در شرایط محیطی بر پارامترهای رشد ماهی کاملاً تأثیرگذار هستند (Koga et al., 1992; 2002). احتمالاً افزایش دما بر رشد گونه *S. obtusata* مثبت خواهد بود، زیرا فعالیت‌های ماهی، منابع غذایی (دیاتومه‌ها) با افزایش دمای هوا، بر پهنه‌های گلی مناطق جزر و مدی افزایش می‌یابد. سایر عوامل مانند زمان، مکان و تعداد نمونه‌های مشاهده شده در نمونه‌برداری نیز مؤثر است (Koga et al., 1989). بر همین ادعا نتایج مطالعات Rajesh و همکاران (۲۰۲۰) بر روی گونه هم *S. putnamae* در دریای عرب حاکی از آن بود که افزایش دما اثر تأثیرپذیری بر بیولوژی این گونه دارد و تغییرات هورمونی منجر به تولیدمثل را در این گونه در

پی دارد. از سوی دیگر نتایج مطالعه دیگری توسط Rajesh و همکاران (۲۰۲۱) حاکی از آن بود که جنس *Sphyraena* جزو آبزیان پرخور می‌باشد و بنابراین کمبود مواد غذایی یا طعمه‌های در دسترس می‌تواند اثر معنی‌داری در رشد یا تولیدمثل این جنس را بازی کند. در ادامه بر اساس روش پائولی و معادله ارائه‌شده، مرگ‌ومیر طبیعی برای جنس نر برابر با ۰/۴۹ در سال، برای جنس ماده برابر با ۰/۹۴ در سال و برای جمعیت برابر با ۰/۶۱ در سال به دست آمد. این در حالی بود که Najmudeen و همکاران (۲۰۱۵) مرگ‌ومیر طبیعی را برابر با ۱/۳ به دست آوردند که دارای تفاوت با مطالعه حاضر است. همچنین Kasim و Balasubramanian (۱۹۹۰) این میزان را برابر با ۱/۵۹ به دست آوردند. علت این تفاوت این می‌تواند به علت تفاوت در روش برآورد مرگ‌ومیر طبیعی در این مطالعه با مطالعات دیگر باشد. در دو مطالعه ذکر شده از روش پائولی برای برآورد میزان مرگ‌ومیر طبیعی استفاده شده است اما در این مطالعه از چندین روش مختلف میزان مرگ‌ومیر طبیعی برآورد شد. در مبحث پویایی جمعیت ماهیان، ضریب مرگ‌ومیر یک پارامتر اساسی است که تخمین صحیح آن کمی مشکل می‌باشد. یکی از دلایل پایین‌تر بودن این ضریب در پژوهش حاضر نسبت به مطالعه صورت گرفته توسط دیگران می‌تواند به علت پایین‌تر بودن ضریب رشد در مطالعه حاضر باشد، بنا بر نظر (Pauly, 1980) میزان ضرایب رشد و مرگ‌ومیر با یکدیگر رابطه مستقیم دارند. به عبارتی ماهیان با نرخ بالاتر رشد، میزان مرگ‌ومیر طبیعی بالاتری دارند.

نتایج این مطالعه نشان داد که میزان ضریب بهره‌برداری برای ماهی کوتر دهان زرد بالای ۵۰ درصد بود که با ادامه روند موجود می‌تواند باعث کاهش ذخایر این‌گونه در سال‌های آتی گردد. هرچند که ماهی کوتر دهان زرد دارای ارزش اقتصادی کمتری نسبت به گونه‌های دیگر کوتر مانند کوتر، ساده و چشم درشت می‌باشد اما با توجه به وجود ذخایر مناسب و ارزش تجاری نسبی لازم است که مطالعات در مورد شاخص‌های زیستی، ذخایر و نحوه مدیریت مناسب این‌گونه افزایش یابد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مسئول محترم اداره شیلات بندرعباس آقای دکتر ابراهیم عالی زاده، مسئول اداره آمار شیلات هرمزگان دکتر امیرعلی مرادی نسب و تمامی کارکنان و خدمه کشتی ترالر کیش با مالکیت آقای آبخو تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

- اسدی، ه. و دهقانی پشترودی، ر.، ۱۳۷۵. اطلس ماهیان خلیج فارس و دریای عمان. سازمان تحقیقات و آموزش شیلات ایران. تهران، ۲۲۶ ص.
- ریبسی، م.، صدوق نیری، ص. و دلیری، م.، ۱۴۰۰. تعیین عادات غذایی ماهی کوتر ساده، *Sphyraena jello* Cuvier, 1829 در آب‌های ساحلی چابهار (دریای عمان). نشریه علمی پژوهشی پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی، ۹(۴): صفحات ۳۰-۲۱.
- وثوقی، ع.، کی مرام، ف. و فرصت کار، م.، ۱۳۹۰. بررسی رژیم غذایی ماهی کوتر موج (*Sphyraena putnamae*) در آب‌های استان سیستان و بلوچستان. نشریه محیط‌زیست جانوری، ۳: صفحات ۶۸-۵۹.
- حسینی، ع.، کوچینین، پ.، غفله مرضی، ج.، یآوری، و. و سواری، ا.، ۱۳۹۰. تخمین پارامترهای جمعیتی ماهی کوتر ساده (*Sphyraena jello*) در آب‌های ساحلی بوشهر. مجله علوم و فنون دریایی، ۳: صفحات ۳۶-۲۶.
- پارسا مهران، گرامی محمدحسن، دست باز مهدی، نکورو علی. برآورد توده زنده ماهی کوتر ساده (۱۸۲۹)، *Sphyraena jello* Cuvier در آب‌های استان بوشهر. معاون صید و بنادر ماهیگیری (واحد آمار و اطلاعات صید جنوب)، ن. ش. ۲۴۴۵۸، ۵/۲۳/۸۶ سازمان شیلات ایران، تهران.
- Bagenal T. and Tesch F. W., 1978. Age and growth. In: Bagenal T.B.(Eds). Methods for assessment of fish production in freshwater. Blackwell Scientific press, Oxford, pp: 101-136.

- Barreiros, J. P., Santos, R. S. and Birba A. E., 2002.** Food habits, schooling and predatory behaviour of the yellow mouth, Barracuda, *Sphyraena viridensis* in the Azores. *Cybium*, 26(2): 83-88.
- Bourehail, N. and Kara, M. H., 2021.** Young-of-the-year yellowmouth barracuda *Sphyraena viridensis* (Cuvier, 1829) growth in eastern Algeria based on otolith microstructure analysis. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, 37(1): 107-112.
- Carpenter, K. E., 1997.** Living marine resources of Kuwait, Eastern Saudi Arabia, Bahrain, Qatar, and the United Arab Emirates. Food and Agriculture Org.
- Erguden, D. and Ozdemir, O., 2022.** Age, Growth and Mortality Rate of Yellowstripe Barracuda, *Sphyraena chrysotaenia* Klunzinger 1884 Living in the Northeastern Mediterranean. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, pp.1-10.
- Fischer, W. and Bianchi, G., 1984.** FAO species identification sheets for fishery purposes, Western Indian Ocean. Vols. 1-V, FAO, Rome, Italy.
- De Sylva, D. P. and Williams, F., 1986.** Sphyraenidae. In *Smith's sea fishes*, edited M.M. Smith and P.C. Heemstra. Johannesburg, Macmillan South Africa, pp. 721-726.
- Froese R., Pauly D., 2007. FishBase World Wide Web electronic publication. Updated January 2017. [Cited January 2017]. Available from: www.fishbase.org.
- Gonzales Acosta, A. F., De La Cruz Aguero, G. and La Cruz Aguero, J., 2004.** Length-weight relationship of fish species caught in a mangrove swamp in the Gulf of California (Mexico), *Journal of Applied Ichthyology*, 20(2): 154-155.
- Gayanilo, F. C and Pauly, D., 1997.** Computed information series fisheries, FAO-ICLARM stock assessment tools. Reference manual. Rome Italy, 262 pp.
- Hampton, J. and Majkowski J., 1987.** An examination of the reliability of the ELEFAN programs for the length based stock assessment. *ICLARM Conference Proceeding*, 13: 203-216.
- Haddon, M., 2011.** Modelling and quantitative methods in fisheries, 2nd edn. CRC Press, Taylor & Francis Group, New York, pp.449.
- Jaiswar, A. K., Parida, P. K., Chakraborty, S. K. and Palaniswamy, R., 2004.** Morphometry and length-weight relationship of obtuse barracuda *Sphyraena obtusata* (Cuvier) (Teleostomi/ Actinopterygii/ Sphyraenidae) from Bombay waters, west coast of India. *IJMS Vol.33(3)*
- Jennings S., Reynolds J. D., and Mills S. C., 2002.** Life history correlates of response to fisheries exploitation. *Proceedings of the Royal Society, B: Biological Sciences*, 265: 333- 339.
- Jobling, M., 2002.** Environmental factors and rates of development and growth. In: Hart P.J.B., Reynolds J.D. (Eds.). *Handbook of fish biology and fisheries*, 1st edition. Oxford, UK: Blackwell Publishing, pp: 107-109.
- Kasim, H. M. and Balasubramanian, T. S., 1990.** Fishery, growth, yield per recruit and stock assessment of *Sphyraena obtusata* Cuvier off Tuticorin, Gulf of Mannar. *Indian Journal Fish*, 37(4): 281-288.
- King, M., 1995.** Fisheries biology, assessment and management. Fishing News book. 340 P.
- Koga H., Noda S., Noguchi, T. and Aoto, I., 1989.** Studies on artificial propagation of mudskipper *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus): III. Hatching and larval rearing. *Bulletin of Saga Prefectural Ariake Fisheries Experimental Station*, 11: 17-28.
- Pauly, D., 1980.** On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 39: 175-192.
- Pauly, D., 1983.** Some Simple Methods for the Assessment of Tropical Fish Stocks. FAO Fish. Tech. Pap. 234, Rome, 52 p.
- Meshram, M. M., Mridula, R., Rajesh, K. M. and Suyani, N. K., 2021.** Morphological measurements, length weight relationship and relative condition factor (K_n) of Obtuse barracuda *Sphyraena obtusata* (Cuvier, 1829) from South-eastern Arabian Sea. *Indian Journal of Geo Marine Sciences*, 50 (06): 480-488.

- Meshram, M. M., Rajesh, M., Suyani, N. K. and Rajesh, K. M., 2021.** Diet composition, feeding dynamics and proximate composition of obtuse barracuda *Sphyraena obtusata* (Cuvier, 1829) in the southeastern Arabian Sea. The Egyptian Journal of Aquatic Research.
- Najmudeen, T. M., Seetha, P. K. and Zacharia, P. U., 2015.** Fishery and population dynamics of the obtuse barracuda *Sphyraena obtusata* (Cuvier) landed by trawlers at Cochin, south-west coast of India. Indian Journal of Fisheries, 62(2): 14-18.
- Rajesh, K. M., Rohit, P. and Abdussamad, E. M., 2021.** Fishery and biological traits of obtuse barracuda *Sphyraena obtusata* (Cuvier, 1829) off south-west coast of India. Journal of Environmental Biology, 42, pp.112-117.
- Rajesh, K. M., Rohit, P. and Roul, S. K., 2020.** Length-weight relationships (LWRs) of fourteen marine pelagic fish species in the southeastern Arabian Sea. Thalassas: An International Journal of Marine Sciences, 36: 371-374.
- Rajesh, K. M., Rohit, P., Abdussamad, E. M. and Viswambharan, D., 2020.** Reproductive biology of the sawtooth barracuda, *Sphyraena putnamae* (Jordan and Seale, 1905) along the coastal waters of Karnataka, southeastern Arabian Sea. Regional Studies in Marine Science, 36: 101314.
- Rajesh, K.M., Rohit, P., Viswambharan, D., Abdussamad, E. M. and Rajesh, M., 2021.** Feeding behaviour of the sawtooth barracuda, *Sphyraena putnamae* (Jordan and Seale, 1905) along the southeastern Arabian Sea, India. Regional Studies in Marine Science, 47: 101974.
- Sparre, P. and Venema, S. C., 1998.** Introduction to tropical fish stock assessment. part 1. Manual FAO Fish, Tech. Pap. 306. FAO, Rome, Italy. 407P.
- Wootton, R. J., 1990.** Ecology of Teleost fishes, Chapman and Hall Limited., 404pp.
- van Denderen, D., Gislason, H., van den Heuvel, J. and Andersen, K. H., 2020.** Global analysis of fish growth rates shows weaker responses to temperature than metabolic predictions. Global Ecology and Biogeography, 29(12): 2203-2213.
- Yoshino, T., 1988.** Sphyraenidae. In The fishes of the Japanese Archipelago, edited by H. Masuda, k. Amaoka, C. Araga, T. Yoshino. Tokyo, Tokai Universitipress, 2 nd ed., 121p.

