مدل تولید بر احیای نسبی برای مدیریت ذخایر ماهی یال اسبی (*Trichurus lepturus*) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان (استان هرمزگان)

سید امین الله تقوی مطلق[۱]؛ مهدی قدرتی شجاعی[۲*]

[*]mshojaei@modares.ac.ir

۱- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۲- گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس؛ نور، ایران، صندوق پستی ۳۵۶-٦٤٤١٤

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۶ **تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۶**

چکیده

ماهی یال اسبی (*Trichiurus lepturus*) از جمله ماهیانی است که برداشت آن در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان در سال‌های اخیر به شدت افزایش یافته است. با توجه به عدم مصرف داخلی، بخش عمده‌ای از صید این ماهی به خارج از کشور صادر می‌شود. در تحقیق حاضر از مدل تولید بر احیای بورتون و هولت (Beverton and Holt's relative yield per recruit model) برای ارایه توصیه‌های مدیریتی در مورد سطح برداشت از ذخایر ماهی یال اسبی در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان استفاده شد. به کمک داده‌های فراوانی طولی (۱۳۰۹ نمونه) و استفاده از معادله رشد ون‌برتالنفی، مقادیر طول کل بی‌نهایت (L_∞) ، ضریب رشد (K) و سن در طول صفر (t_0)، به ترتیب ۱۱۱/۳ سانتی‌متر، ۰/۴۱ در سال و ۰/۲۸- سال تخمین زده شد. مرگ و میر کل (Z) و مرگ‌ومیر طبیعی (M) به وسیله روش‌های منحنی خطی صید و فرمول تجربی پائولی، به ترتیب ۱/۱۱ (در سال) و ۰/۶۷ (در سال) تخمین زده شدند. همچنین مرگ‌ومیر صیادی (F) ۰/۴۴ (در سال) برآورد گردید. حداکثر ضریب بهره‌برداری (E_{max}) برای زمانی که حداکثر تولید بر احیای نسبی حفظ می شود برابر با ۰/۶۲ برآورد شد. از آنجایی که در این تحقیق حداکثر ضریب بهره‌برداری E_{max} بزرگ‌تر از میزان خالص بهره برداری (E) محاسبه شد، می توان نتیجه گرفت که ذخیره ماهی یال اسبی بیش از اندازه برداشت نمی‌شود. با این وجود، در حال حاضر که تلاش‌صیادی بر روی این گونه با سرعت چشمگیری در حال افزایش است، مدیریت بهتر ذخایر گونه ماهی یال اسبی، نیازمند پایش‌های سالانه و طولانی مدت است.

کلمات کلیدی: یال اسبی، مدل تولید بر احیا، پویایی‌شناسی جمعیت، خلیج فارس و دریای عمان

[*]**نویسنده مسئول**

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.12.9]

مقدمه

ماهی یال‌اسبی (*Trichiurus lepturus*) گونه‌ای میانزی است که در تمام آب‌های گرمسیری و معتدل جهان و عمدتا بین ۴۵°S و ۶۰°N پراکنش دارد (Randall, 1995). ماهی یال‌اسبی از مناطق ساحلی تا عمق حدود ۳۵۰ متر پراکنش دارد و معمولا به صورت دسته‌های بزرگ و متراکم یافت می‌شوند (Randall, 1995, Kwok and Ni, 2000). حداکثر طول گزارش شده برای این ماهی ۲۳۴ سانتی‌متر طول کل (www.fishbase.org) و حداکثر سن گزارش شده آن ۱۵ سال است (Chiou *et al*., 2006). رژیم غذایی این ماهی عمدتا شامل ماهیان ریز مانند ساردین و موتوماهیان و نیز میگو است. هر چند گاهی همنوع‌خواری (Cannibalism) هم در این گونه گزارش شده است (تقوی و همکاران، ۱۳۹۰).

در خلیج فارس و دریای عمان وضعیت پراکنش و منابع عمده این ماهی در اعماق مختلف در طول سال‌های گذشته مورد شناسایی قرار گرفته است (دهقانی و همکاران، ۱۳۸۳؛ ولی نسب و همکاران، ۱۳۸۴ و ولی نسب، ۱۳۹۲؛ Shojaei and Taghavi, 2011). بر طبق این گزارش‌ها، ماهی یال‌اسبی در آب‌های جنوبی به طور عمده در منطقه سیریک، هنگام، راس میدانی و منطقه مطاف دارای بیشترین تراکم است. با این وجود از نقطه نظر بیشترین میزان صید در واحد سطح (Catch per unit of area) آن در خلیج فارس به ترتیب در اعماق ۲۰-۳۰ متر (۲۰۱/۵ kg/nm^2)، ۳۰-۵۰ متر(۱۷۱/۶ kg/nm^2) و ۱۰-۲۰ متر (۷۸ kg/nm^2) و در دریای عمان به ترتیب در اعماق ۱۰-۲۰ متر (۸۶۶/۲ kg/nm^2)، ۵۰-۱۰۰ متر(۵۱۳/۹ kg/nm^2) و ۳۰-۵۰ متر (۴۶۹/۵ kg/nm^2) و ۲۰-۳۰ (۳۸۲/۲ kg/nm^2) گزارش شده است (ولی نسب و همکاران، ۱۳۸۴).

میزان کل صید ماهی یال اسبی در سال‌های اخیر سیر صعودی به خود گرفته است به طوری که از ۳۳۳۸ تن در سال ۱۳۸۵ به ۴۷۵۷۴ تن در سال ۱۳۹۵ رسیده است (کمیته آمار صید سازمان شیلات ایران، مذاکره شخصی- ۱۳۹۶). درصد صید ماهی یال اسبی از کل صید آب‌های جنوب از حدود ۰/۸٪ در سال ۱۳۸۵ به ۷/۹٪ در سال ۱۳۹۵ رسیده است. بیشترین درصد صید این ماهی در سال ۱۳۹۵ مربوط به استان هرمزگان با حدود ۵۹٪ کل صید این ماهی در آب‌های جنوبی کشور بوده است. بعد از استان هرمزگان، استان‌های سیستان و بلوچستان، بوشهر و خوزستان به ترتیب با ۳۱٪، ۹٪، و ۱٪ در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. یکی از دلایل افزایش صید این گونه تلاش برای توسعه صید فانوس‌ماهیان در دریای عمان است. بر طبق آمارها میزان بالایی از صید ضمنی کشتی‌هایی که صید هدف آنها فانوس‌ماهیان است، یال اسبی می‌باشد. دلیل دیگر افزایش صید ماهیان یال اسبی، فراهم شدن امکان صادرات تجاری این گونه به خارج از کشور در سال‌های اخیر است که سبب ترغیب صیادان برای صید ماهی یال اسبی شده است.

در طول یک دهه گذشته (۱۳۹۵-۱۳۸۵) بیشترین درصد رشد صید مربوط به ماهی یال اسبی بوده است، با این وجود اطلاعات کمی در مورد پارامترهای جمعیتی و زیست شناسی تولید مثل آن موجود است (تقوی و همکاران، ۱۳۹۰؛ Muhammad *et al*, 2017). هدف تحقیق حاضر استفاده از مدل تولید بر احیای بورتون و هولت برای ارایه توصیه‌های مدیریتی در مورد سطوح برداشت از ذخایر ماهی یال اسبی در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان می‌باشد. این مقاله، بخشی از نتایج تحقیق جامع ذخایر ماهی یال اسبی در سواحل خلیج فارس و دریای عمان را ارائه می دهد.

مواد و روش ها

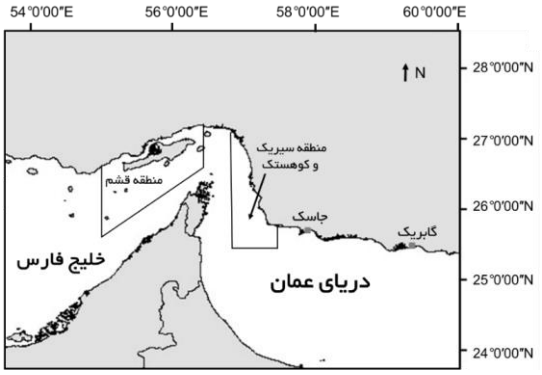
منطقه مورد مطالعه و نمونه برداری

در تحقیق حاضر، جزیره قشم در خلیج فارس و منطقه گابریک و جاسک در دریای عمان به عنوان ایستگاه‌های نمونه‌برداری انتخاب شدند (شکل ۱). ابزار صید در منطقه گابریگ فقط تور پره ساحلی بود ولی در جاسک و قشم از صید ضمنی تورهای ترال و گوشگیر مورد استفاده در قایق‌های صیادی استفاده شد. علاوه بر این ایستگاه‌ها، در منطقه سیریک و پشت قشم نیز نمونه‌های حاصل از صید

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.12.9]

کفروب کشتی‌های صیادی کلاس کیش (کیش۸۰۷ و ۸۱۱) مورد استفاده قرار گرفتند. نمونه‌برداری به صورت ماهانه و تصادفی در یک دوره یک ساله از مهر ماه ۱۳۸۶ تا شهریور ماه ۱۳۸۷ صورت پذیرفت. در تمام مراحل تحقیق دقت اندازه‌گیری طول ۰/۱ سانتی‌متر و دقت اندازه‌گیری وزن ۰/۱ گرم بود. در مجموع طول‌کل و طول‌مخرجی تعداد ۱۳۰۹ نمونه ثبت شد (شکل ۱).



شکل۱: ایستگاه‌های نمونه‌برداری ماهی یال اسبی در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان (استان هرمزگان)

Figure 1: Location of the sampling stations for *T. lepturus* in the Persian Gulf and Oman Sea.

مدل رشد ون‌برتالنفی و پارامترهای رشد

در این تحقیق برای تخمین رشد ماهی یال اسبی از مدل رشد ون‌برتالنفی استفاده شد. معادله ون‌برتالنفی بر اساس طول و سن به صورت زیر می باشد (King, 2013):

$$L_t = L_\infty [1-\exp(-K(t-t_0))]$$

در این معادله L_t برابر با طول ماهی در سن t و L_∞ برابر با طول بی‌نهایت بر حسب سانتی‌متر یعنی حداکثر طولی است که ماهی ممکن است در طول عمر خود به آن برسد. در این معادله همچنین K معادل ضریب رشد ماهی (در سال) است. t و t_0 به ترتیب سن ماهی و سن در طول صفر (بر حسب سال) می باشند. در این تحقیق برای محاسبه پارامترهای رشد (K وL_∞) مورد استفاده در معادله ون‌برتالنفی از داده‌های ماهانه توزیع فراوانی طولی ماهی یال اسبی استفاده شد. پارامترهای رشد از روش الفان (ELEFAN) برآورد گردید. همچنین برای محاسبه سن در طول صفر (t_0) از رابطه تجربی پائولی استفاده شد (Pauly, 1983):

$$\text{Log K} = 0.3922 - 0.2752 \text{Log } L_\infty - 1.038 \text{Log } (-t_0)$$

در این تحقیق برای محاسبه طول عمر از رابطه زیر استفاده گردید (Pauly, 1983):

$$t_{max} = t_0 + 3/K$$

همچنین به منظور مقایسه پارامترهای رشد به دست آمده با سایر تحقیقات از آزمون فی پریم مونرو ('φ) استفاده شد (Pauly and Munro, 1984). با توجه به اینکه طول بی نهایت (L_∞) رابطه معکوسی با K دارد، میزان 'φ برای گونه های یک ذخیره تقریبا ثابت خواهد بود (Pauly and Munro, 1984):

$$\varphi' = \log K + 2 \log L_\infty$$

در ذخیره‌های مشابه میزان ضریب تغییرات (CV) برای 'φ ها نباید از ۵ درصد بیشتر باشد . برای محاسبه CV از رابطه زیر استفاده شد (Gayanilo and Pauly, 1997):

$$CV = (S.d./ Mean)*100$$

در این رابطه S.d. و Mean، به ترتیب انحراف معیار و میانگین 'φ های موجود است.

جدا کردن گرو ه‌های همزاد (Cohorts)

برای جدا کردن گروه‌های همزاد از روش باتاچاریا (Bhattacharya) استفاده شد (Pauly, 1983). برای استفاده از این روش باید توجه داشت که منحنی فراوانی طولی متعلق به گروه‌های سنی مجزا از هم دارای اندیس جداسازی (Separation Index: S.I) بزرگتر از دو باشند (King, 2013):

$$S.I = \frac{L_a - L_b}{(S_a - S_b)/2} > 2$$

در این رابطه L_a و L_b برابر با میانگین‌های طولی متوالی و S_a و S_b انحراف معیارهای متوالی هستند. در روش باتاچاریا باید همچنین روند تفاضل میانگین‌ها کاهشی باشد (Gulland and Rosenberg, 1992).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.12.9]

نرخ‌های مرگ و میر و ضریب بهره برداری

در این تحقیق مرگ و میر کل (Z) با کمک روش منحنی صید (Catch curve analysis) برآورد گردید (King, 2013). مرگ و میر طبیعی (M) در نتیجه عواملی غیر از صیادی از قبیل شکار شدن به وسیله سایر موجودات، بیماری، استرس تخم‌ریزی، گرسنگی و سن بالا اتفاق می‌افتد(Sparre and Venema, 1998). برای محاسبه مرگ و میر طبیعی (M) از رابطه تجربی پائولی استفاده شد. این معادله علاوه بر پارامترهای رشد نیازمند میانگین دمای سالانه آب (T) نیز می باشد. رابطه تجربی پائولی به صورت زیر است (Pauly, 1980):

$$\text{Log } M = -0.0066 - 0.279 \text{Log } L_\infty + 0.6543 \text{Log } K + 0.4634 \text{Log } T$$

همچنین ضریب مرگ و میر صیادی (F) از رابطه زیر به دست آمد (Sparre and Venema, 1998):

$$F = Z - M$$

ضریب بهره‌برداری (E) در این تحقیق از رابطه E=F/Z به دست آمد.

مدل تولید بر احیای نسبی (Relative yield per recruit)

تولید بر احیاء بوسیله مدل بورتون و هولت (Beverton and Holt's model)محاسبه گردید (King, 2013):

$$\left(\frac{Y}{R}\right)' = E * U^{\frac{M}{K}} \left[1 - \left(\frac{3U}{1+m}\right) + \left(\frac{3U^2}{1+2m}\right) + \left(\frac{U^3}{1+3m}\right)\right]$$

$$\left[U = 1 - \frac{L_c}{L_\infty}, \quad m = \frac{(1-E)}{\frac{M}{K}} = \frac{K}{Z}\right]$$

در این رابطه E = F/Z، M معادل مرگ و میر طبیعی و K و L_∞ پارامترهای رشد می‌باشند. همچنین L_c (Length at first capture) طول ماهی زمانی است در صید گرفتار می‌شود. از مدل تولید بر احیاء و نمودار آن و نیز رابطه E = F/Z برای تعیین حداکثر ضریب بهره‌برداری (E_{max}) و حداکثر مرگ و میر صیادی (F_{max}) برای زمانی که حداکثر تولید بر احیای نسبی حفظ می‌شود، استفاده شد. به کمک همین روابط، ضریب بهره‌برداری و مرگ و میر صیادی که در آن زی‌توده ذخیره تخم‌ریزی کننده (Spawning stock) در ۵۰٪ زی‌توده آن باقی بماند ($E_{0.5}$ و $F_{0.5}$) استفاده گردید.

نتایج

پارامترهای رشد و مدل رشد ون برتالنفی

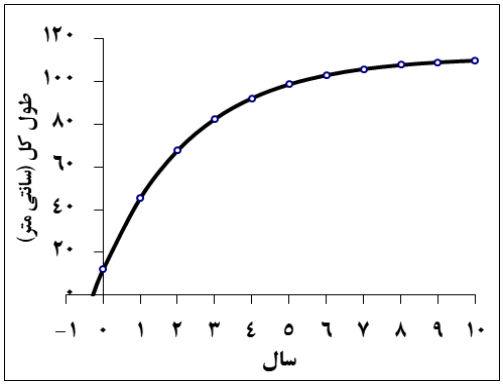
در این تحقیق پارامترهای رشد L_∞ و K و همچنین سن در طول صفر، t_0، به ترتیب ۱۱۱/۳ سانتی‌متر طول کل، ۰/۴۱ در سال و ۰/۲۸- سال تخمین زده شدند. از این رو معادله رشد ون‌برتالانفی با جایگزینی پارامترهای محاسبه شده به صورت زیر برآورد شد (شکل ۲).

$$L_t = 111/3 \left[1 - \exp\left(-0/41 \left(t + 0/28\right)\right)\right]$$

همچنین طول عمر ماهی یال اسبی ۶/۸ سال تخمین زده شد. فای پریم مونرو برای پارامترهای رشد نیز ۳/۷۰ به دست آمد. مقدار عددی CV با در نظر گرفتن تحقیقات مشابه در منطقه ۵۱ صیادی فائو برابر با ۴/۴۵ محاسبه گردید. جدول ۱ پارامترهای رشد ماهی یال اسبی را در این تحقیق با تحقیقات دیگر در مناطق مختلف مقایسه می کند.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.12.9]



شکل ۲: منحنی رشد ون‌برتالنفی ماهی یال اسبی (*T. lepturus*) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان
Figure 2: The von Bertalanffy growth curve for *T. lepturus* in the Persian Gulf and Oman Sea.

جدول۱: مقایسه پارامتر های رشد ماهی یال اسبی (*T. Lepturus*) در خلیج فارس و دریای عمان با تحقیقات مشابه
Table 1: Summary of the growth parameters estimates of *T. lepturus* in different regions.

مکان انجام تحقیق	جنس	طول	L_∞ (cm)	K (1/year)	t_0 (year)	φ'	منبع
استان هرمزگان	نر و ماده	طول کل	۱۱۱/۳۰	۰/۴۱	-۰/۲۸	۳/۷۱	**تحقیق حاضر**
سواحل بمبئی هند	نر و ماده	طول کل	۱۲۹/۷۰	۰/۵۰	۰/۰۰۱		Chakraborty, 1990
ساحل شرقی هند	نر و ماده	طول کل	۱۲۹	۰/۵۶		۳/۹۷	Thiagarajan et al., 1992
شمال غربی هند	نر و ماده	طول کل	۱۰۹	۰/۶۴			Somavanshi & Antony, 1989
آب های جنوب چین	نر و ماده	طول مخرجی	۵۸/۹۰	۰/۱۷	-۲/۶۸		Kwok & Ni, 2000
سواحل شرقی تایوان	نر و ماده	طول مخرجی	۵۰/۲۰	۰/۷۲	-۰/۲۲		Chen & Lee, 1982
دریای زرد	نر و ماده	طول مخرجی	۷۰/۸۰	۰/۱۱	-۲/۸۲		Lin & Zhang, 1981
فیلیپین	نر و ماده	طول مخرجی	۷۸	۰/۷۰			Ingles & Pauly, 1984

گروه های همزاد

به کمک روش باتاچاریا پنج گروه همزاد در آب های خلیج فارس و دریای عمان شناسایی شد که میانگین طولی گروه‌های همزاد یک تا پنج به ترتیب ۶۳/۴۹، ۷۸/۹۹، ۸۹/۰۷، ۹۶/۵۶ و ۱۰۳/۰۷ سانتی‌متر طول کل بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین جمعیت به ترتیب در گروهای همزاد ۲ و ۵ دیده شد.

نرخ‌های مرگ و میر و ضریب بهره برداری

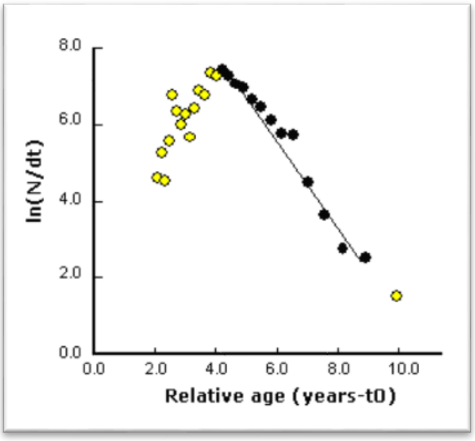
مرگ و میر کل (Z) برای ماهی یال اسبی به کمک منحنی صید با ضریب همبستگی ۰/۹۴، ۱/۱۱ تخمین زده شد که از ۰/۹۳ تا ۱/۲۸ متغیر بود (شکل ۳). مرگ و میر طبیعی (M) با در نظر گرفتن دمای متوسط آبهای سطحی به میزان ۲۶/۵ درجه سانتیگراد، ۰/۶۷ و مرگ و میر صیادی (F) نیز ۰/۴۴ محاسبه گردید. ضریب بهره‌برداری (E) در این تحقیق ۰/۴۰ به دست آمد.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.12.9]

جدول۲: خروجی مدل باتاچاریا برای ماهی یال اسبی (*T. lepturus*) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان

Table 2: The result of Battacharya method for age determination of *T. lepturus* in the Persian Gulf and Oman Sea.

گروه همزاد	میانگین طول محاسبه شده (سانتی متر)	انحراف معیار	جمعیت گروه	اندیس جداسازی
۱	۶۳/۴۹	۳/۵۹	۱۴۸	-
۲	۷۸/۹۹	۴/۴۴	۶۲۰	۳/۸۶
۳	۸۹/۰۷	۳/۹۷	۴۰۷	۲/۴۰
۴	۹۶/۵۶	۲/۲۵	۱۱۶	۲/۴۱
۵	۱۰۳/۰۷	۲/۶۸	۱۸	۲/۶۴

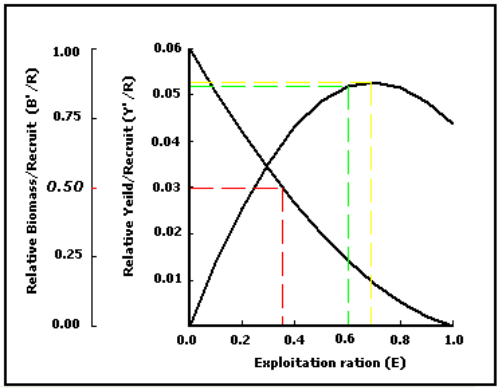


شکل۳: تخمین مرگ و میر کل ماهی یال اسبی (*T. lepturus*) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان با روش منحنی صید

Figure 3: Length converted catch curve of *T. lepturus* in the Persian Gulf and Oman Sea

نتایج مدل تولید بر احیای نسبی

مدل تولید بر احیاء و زی‌توده بر احیاء ماهی یال اسبی نشان داد که حداکثر حد مجاز بهره‌برداری (Exploitation rate: E) که بالاترین تولید بر احیاء را به دست می‌دهد، زمانی است که E برابر با ۰/۶۲ باشد (شکل ۴). همچنین برای اینکه زی‌توده ذخیره تخم‌ریزی کننده در ۵۰٪ زی‌توده اولیه دست‌نخورده آن باقی بماند، میزان ضریب بهره‌برداری (E) نباید بزرگ‌تر از۰/۳۷ باشد ($E_{0.5}$=۰/۳۷). مقدار عددی F_{max} و $F_{0.5}$ با فرض ثابت بودن مرگ و میر طبیعی (M) به ترتیب ۰/۶۸ و ۰/۴۱ تخمین زده شد.



شکل ۴: آنالیز تولید بر احیاء برای ماهی یال اسبی (*T. lepturus*) در آب های خلیج فارس و دریای عمان

Figure 4: Yeild-per-recruit analysis for *T. lepturus* in the Persian Gulf and Oman Sea

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.12.9]

بحث

در تحقیق حاضر ما از داده‌های فراوانی طولی ماهی یال اسبی برای ارزیابی پارامترهای جمعیتی و همچنین تولید بر احیای آن استفاده کردیم. داده‌های فراوانی طولی اطلاعات ارزشمندی در مورد ویژگی‌های زیست‌شناختی و اکولوژیک موجودات مانند رشد و مرگ و میر در اختیار ما قرار می‌دهند. با این وجود استفاده از این داده‌ها نیازمند رعایت پیش‌نیازهای مختلفی است. به عنوان مثال، از نظر کمیت، حداقل داده مورد نیاز برای یک دوره یک ساله باید بین ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ نمونه است که باید به طور ماهانه و متوالی جمع‌آوری شوند (Gulland and Rosenberg, 1992). از نظر کیفیت نیز، با فرض کاهش افراد مسن به علت مرگ و میر طبیعی و صیادی، نمودار باتاچاریا باید روند کاهشی تعداد افراد را از گروه‌های همزاد پایین به گروه‌های همزاد بالا نشان دهد. در تحقیق حاضر ۱۳۰۹ نمونه در طول دوره یک ساله زیست سنجی شدند که گروه‌های همزاد آنها به درستی توسط روش باتاچاریا تفکیک شد. از این رو داده‌ها، پیش‌فرض‌های ضروری را برای استفاده در معادلات دارا بودند.

در این تحقیق با استفاده از روش باتاچاریا، ۵ گروه همزاد برای ماهی یال اسبی شناسایی شد که میانگین طولی آنها به ترتیب ۶۳/۴۹، ۷۸/۹۹، ۸۹/۰۷، ۹۶/۵۶ و ۱۰۳/۰۷ سانتی‌متر (طول کل) بود. Chakraborty (۱۹۹۰) میانگین طولی ماهی یال اسبی را در سواحل هند از یک تا پنج سالگی به ترتیب ۵۱/۲، ۸۲/۵، ۱۰۱، ۱۱۲/۳ و ۱۱۹/۲ سانتی متر (طول کل) گزارش کرده است.

در روش باتاچاریا همچنین تعداد افراد اولین گروه همزاد کمتر ازگروه‌های همزاد دوم و سوم بود. در حالی که این تعداد از نظر تئوریک باید بیشترین باشد (King, 2013). انتخاب پذیری بالای ابزارهای صید و در نتیجه عدم صید کلاس‌های طولی کوچک‌تر از یک طرف و پدیده احیاء یا بازگشت شیلاتی (Recruitment) از سوی دیگر، (ممکن است ماهیان کوچک به طور کامل از نوزادگاه به صید گاه مهاجرت نکرده باشند) می تواند عاملی برای این پدیده باشد (Gulland and Rosenberg, 1992; Sparre and Venema, 1998).

طول عمر ماهی یال اسبی، در این تحقیق، در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان ۶/۸ سال تخمین زده شد. از آنجایی‌که برای ماهیان با طول بی‌نهایت بیش از ۵۰ سانتی‌متر مقدار طول عمر واقعی بیشتر از مقدار تخمین‌زده شده توسط این رابطه است (Pauly, 1983)، می‌توان انتظار داشت که ماهی یال اسبی نیز دارای طول عمر بالاتری از ۶/۸ سال باشد. علت تفاوت طول عمر ماهی یال اسبی با تعداد گروه همزاد جداسازی بر روی منحنی باتاچاریا نیز می تواند به علت همپوشانی گروه‌های همزاد مسن‌تر به خاطر کندی نرخ رشد در سنین بالا باشد (King, 2013).

میزان L_∞ و K در این تحقیق به کمک روش الفان، ۱۱۱/۳ و ۰/۴۱ تخمین زده شد. با توجه به اینکه نرخ رشد (K) محاسبه شده از نرخ رشد گونه های کند رشد (۰/۱ ≥K) بزرگتر است، این ماهی در گروه آبزیان کند رشد قرار نمی گیرد (Jennings *et al*., 2002).

میزان K گزارش شده برای این گونه از ۰/۱۱ در دریای زرد (Lin and Zhang, 1981) تا ۰/۷ در فیلیپین (Ingles and Pauly, 1984) متغیر است. همچنین میزان L_∞ محاسبه شده از ۱۰۹ سانتی متر طول کل در شمال غربی هند (Somavanshi and Antony, 1989) تا ۱۲۹/۷ سانتی متر طول کل در سواحل هند (Chakraborty, 1990) متغیر بوده است (جدول ۲). میزان بالای K در این تحقیق نسبت به برخی تحقیقات مشابه در شرق آسیا (Kwok and Ni, 2000; Chen and Lee, 1982) نشانگر آن است که این گونه در خلیج فارس سریعتر از آن مناطق به طول بی‌نهایت می رسد. در منطقه ۵۱ صیادی فائو که خلیج فارس و دریای عمان نیز جزیی از آن منطقه است، بیشتر تحقیقات بر روی پارامترهای جمعیتی ماهی یال اسبی در اقیانوس هند صورت پذیرفته است. Chakraborty (۱۹۹۰)، به کمک روش فراوانی طولی مقادیر L_∞، K و t_0 را در سواحل بمبئی هند به ترتیب ۱۲۹/۷ سانتی متر (طول کل)، ۰/۵۰

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.12.9]

و ۰/۰۰۱ تخمین زده است. مقادیر L_∞ و K در سواحل شمال غربی هند نیز ۱۰۹ سانتی متر (طول کل) و ۰/۶۴ گزارش شده است (Somavanshi and Antony, 1989). همچنین Thiagarajan و همکاران (۱۹۹۲)، در ساحل شرقی اقیانوس هند مقدار پارامتر های رشد L_∞، K را ۱۲۹ سانتی متر (طول کل) و ۰/۵۶ برآورد کردند.

فای پریم (φ') ماهی یال اسبی در سواحل استان هرمزگان در این تحقیق ۳/۷۰ تخمین زده شد. میزان فای پریم تخمینی برای این ماهی در اقیانوس هند و شرق آسیا از ۲/۷ تا ۳/۹ متغییر است (جدول ۲). گونه‌های یکسان در مکان‌هایی با شرایط اکولوژیکی یکسان از الگوی رشد یکسانی برخوردارند و این بدین معنی است که فای پریم آنها تا حدودی یکسان است (Sparre and Venema,1998). از طرفی نزدیک بودن مقادیر فای پریم تحقیقات مختلف در یک منطقه می‌تواند بیانگر صحت عملیات انجام شده در تعیین شاخص‌های رشد است (Pauly and Munro, 1984). از آنجا که میزان CV به دست آمده (۴/۴۵) برای این گونه برای تحقیقات انجام شده در منطقه ۵۱ صیادی فائو کمتر از ۵٪ است می‌توان نتیجه گرفت که این گونه در منطقه غرب اقیانوس هند دارای روند رشد نسبتا مشابهی است. البته باید توجه داشت که پارامترهای رشد L_∞ و K حتی در یک منطقه واحد با ذخیره یکسان نیز به علت تغییر شرایط محیطی ممکن است تا حدودی متفاوت باشد (King, 2013). از جمله این عوامل می توان به دما اشاره کرد. به طور مثال مقدار K به طور لگاریتمی با افزایش درجه حرارت افزایش می یابد و از طرف دیگر مقدار L_∞ به آهستگی با افزایش درجه حرارت کاهش می یابد (Sparre and Venema, 1998).

در تحقیق حاضر مرگ و میر کل (Z) ، ۱/۱۱ (در سال) تخمین زده شد. همچنین مرگ و میر طبیعی (M) طبق رابطه تجربی پائولی، ۰/۶۷ و مرگ و میر صیادی (F) ۰/۴۴ محاسبه گردید. در منطقه غرب اقیانوس هند Chakraborty (۱۹۹۰)، به کمک روش فراوانی طولی، نرخ های مرگ و میر کل، طبیعی و صیادی را به ترتیب ۱/۹۶، ۱/۰۵ و ۰/۹۱ تخمین زده است. همچنین Mohite و Biradar (2001)، در مطالعه مرگ و میر ماهی یال اسبی در سواحل Maharashtra در هند، نرخ های مرگ و میر کل، طبیعی و صیادی را به ترتیب ۲/۶۶، ۰/۷۷ و ۱/۸۹ (در سال) محاسبه کردند. بالا بودن میزان مرگ و میر صیادی در تحقیقات مربوط به اقیانوس هند نسبت به تحقیق حاضر ممکن است به دلیل بالا بودن تلاش صیادی در آن مناطق و در نتیجه مرگ و میر صیادی بالا باشد. در حالی که در زمان انجام این تحقیق تلاش صیادی برای صید ماهی یال اسبی در خلیج فارس و دریای عمان بسیار پایین بوده است.

مدل تولید بر احیاء و زی‌توده بر احیاء ماهی یال‌اسبی نشان داد که حداکثر حد مجاز بهره‌برداری (E_{max}) که بالاترین میزان تولید بر احیاء را به دست می‌دهد، زمانی است که E برابر با ۰/۶۲ باشد. همچنین برای اینکه زی‌توده ذخیره تخم‌ریزی کننده در ۵۰٪ زی‌توده اولیه دست‌نخورده آن باقی بماند، میزان ضریب بهره‌برداری (E) نباید بزرگتر از ۰/۳۷ باشد ($E_{0.5}$=۰/۳۷). با فرض ثابت ماندن مرگ و میر طبیعی (M) در منطقه نمونه‌برداری،از آنجاییکه E_{max} و F_{max} به دست آمده از مدل تولید بر احیا، بزرگ‌تر از میزان E (۰/۴۰) و F (۰/۴۴) محاسبه شده در این تحقیق هستند می توان نتیجه گرفت زمان انجام این تحقیق ذخایر ماهی یال اسبی به طور پایداری برداشت می‌شدند. با این وجود، در حال حاضر با توجه به افزایش روز افزون تلاش‌صیادی، برای مدیریت بهتر ذخایر گونه ماهی یال اسبی برای رسیدن به برداشت پایدار، نیازمند پایش‌های سالانه و طولانی مدت می باشیم.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت‌های مالی "موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور" صورت گرفته است. نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از همکاری‌ها و هماهنگی‌های کارشناسان پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، سازمان شیلات ایران، اداره کل شیلات هرمزگان و نیز ناخدا و پرسنل کشتی‌های صیادی کلاس کیش ۸۰۷ و ۸۱۱

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.12.9]

تشکر و قدردانی نمایند. ما همچنین از اساتیدی که این مقاله را مورد داوری قرار دادند تشکر می‌نماییم.

منابع

تقوی مطلق، س. ا. قدرتی شجاعی، م. خورشیدیان، ک. و آژیر، م. ت. ۱۳۹۰. پویایی شناسی جمعیت و زیست شناسی ماهی یال اسبی *(Trichiurus lepturus)* در سواحل ایرانی خلیج فارس و دریای عمان. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۸۷ صفحه.

دهقانی، ر. ولی نسب، ت. کمالی، ع. بهزادی، س. درویشی، م. اسدی، ه. و اکبری، ح. ۱۳۸۳. گزارش نهایی پایش ذخایر کفزیان استان هرمزگان به روش مساحت جاروب شده . سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۸۹ صفحه.

ولی نسب، ت. دهقانی، ر. کمالی، ع. و خورشیدیان، ک. ۱۳۸۴. گزارش نهایی تعیین میزان توده زنده کفزیان خلیج فارس و دریای عمان به روش مساحت جاروب شده. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۱۰۰ صفحه.

ولی نسب، ت. ۱۳۹۲. گزارش نهایی تعیین میزان توده زنده کفزیان خلیج فارس و دریای عمان به روش مساحت جاروب شده. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۳۱۷ صفحه.

Chakraborty, S. K., 1990. Fishery, age, growth and mortality estimates of *Trichiurus lepturus* from Bombay waters. Indian Journal of Fisheries, 37, 1–7.

Chen, W.Y. and Lee, S.C., 1982. Age and growth of the ribbon fishes Trichiurus (Perciformes: Trichiuridae) of Taiwan. Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica, 21(1), 9-20.

Chiou, W. D., Chen, C. Y., Wang, C. M. and Chen, C. T., 2006. Food and feeding habits of ribbonfish *Trichiurus lepturus* in coastal waters of south-western Taiwan. Fisheries Science, 72, 373-381. DOI: 10.1111/j.1444-2906.2006.01159.x.

Cited 12 Aug, 2017. http://www.fishbase.org/Summary/speciesSummary.php?ID=1288and genusname=Trichiurusandspeciesname=lepturus.

Gayanilo, F. C. and Pauly, D., 1997. FAO-ICLARM stock assessment tools, Reference manual. FAO. pp: 101-102.

Gulland, J. A. and Rosenberg, A. A., 1992. A review of length-based approaches to assessing fish stocks. FAO Fisheries Technical Paper, 323, 100p.

Ingles, J. and Pauly, D., 1984. An atlas of the growth, mortality and recruitment of Philippine fishes. Institute of Fisheries Development and Research, College of Fisheries, Philippines. ICLARM Technical Report, 13, 114–116.

Jennings, S., Kaiser, M. J. and Reynolds, D., 2002. Marine Fisheries Ecology. Blackwell Science Ltd. 417p.

King, M., 2013. Fisheries biology, assessment and management, John Wiley and Sons. 400p.

Kwok, K.Y. and Ni, I.H., 2000. Age and growth of cutlassfishes, *Trichiurus* spp., from the South China Sea. Fishery Bulletin, 98(4), 748-758.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.12.9]

Lin, J.Q. and Zhang, M.D., 1981. On the characteristic of the growth of the hairtail, *Trichiurus haumela* (Forskål) from the Yellow Sea and BHai. Fisheries Research, 2, 41–56.

Mohite, A. and Biradar, R. S., 2001. Mortality estimates of Indian ribbon fish *Trichiurus lepturus*, off Maharashtra coast. Journal of Indian Fisheries Association, 28, 23-29.

Muhammad, A.A., Farooq, S., Rabbaniha, M., Jahangir, S., Malik, A., Hameed, A. and Baloch, A.J., 2017. Current fishery status of ribbonfish *Trichiurus lepturus* Linnaeus, 1758 (Trichiuridae) from Makran coast (northeast Arabian Sea). Iranian Journal of Fisheries Sciences, 16(2), 815-821. DOI: 10.22092/ijfs.2018.114699

Pauly, D., 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. ICES Journal of Marine Science, 39, 175-192.

Pauly, D., 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO fisheries and aquaculture technical paper. 55p.

Pauly, D. and Munro, J., 1984. Once more on the comparisons of growth in fish and invertebrates. Fishbyte, 2, 21.

Randall, J. E. 1995. Coastal fishes of Oman, University of Hawaii press. 439p.

Shojaei, M. and Taghavi Motlagh, S.A., 2011. The catch per unit of swept area (CPUA) and estimated biomass of large head hairtail (*Trichiurus lepturus*) with an improved trawl in the Persian Gulf and Gulf of Oman, Iran. Asian Fisheries Science, 24, 209-217.

Somavanshi, V. S. and Antony, J., 1989. Population dynamics and assessment of *Trichiurus lepturus* stock in north-west coast of India. In: Studies on Fish Assessment in Indian Waters. Spl. Publ. No.2 (Fishery Survey of India), 1-32.

Sparre, P. and Venema, S.C., 1998. Introduction to tropical fish stock assessment, FAO fisheries and aquaculture technical paper. 450 p.

Thiagarajan, R., Lazarus, S., Sastry, Y.A., Khan, M.Z., Kasim H.M. and Scariah, K.S., 1992. Stock assessment of the ribbonfish, *Trichiurus lepturus* Linnaeus, from the Indian waters. Indian Journal of Fisheries. 39 (3, 4), 182-194

.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.12.9]

Fishery management based on relative yield-per-recruit model for the Largehead Hairtail (*Trichiurus lepturus*) stocks in the Persian Gulf and Oman Sea

Taghavi Motlagh S.A.[1]; Ghodrati Shojaei M. [2]*

*mshojaei@modares.ac.ir

1- Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran
2- Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

Abstract

Among the several fish species commercially exploited at the Persian Gulf and Oman Sea waters, the Largehead hairtail, *Trichiurus lepturus*, stands as one of the most influential groups that have been recently exploited for export to outside markets. In the current study, we applied the Beverton and Holt's relative yield per recruit model to provide management guidance and determine the biological reference points (i.e. $E_{0.5}$ and E_{max}) for *T. lepturus* stock in the coastal waters of Iran. The von Bertalanffy growth equation (VBGF) was fitted to length–frequency data (n =1309) to obtain a VBGF with the following parameters: L_{∞}=111.3 cm total length; K=0.41 and t_0= -0.28 years. The estimated value of total mortality (Z) based on length converted catch curve method was 1.11 $year^{-1}$. Natural mortality (M) based on growth parameters was 0.67 $year^{-1}$ while fishing mortality (F) was recorded as 0.44 $year^{-1}$. Maximum exploitation rate (E_{max}), corresponding to the maximum relative yield per recruit was E_{max} = 0.62. The stock was not overexploited, since $E < E_{max}$. The present results have to be considered with caution to fisheries management purposes as fishing effort is still in increasing phase. The long-term monitoring is required to better understand the *T. lepturus* population dynamic and its fishery framework in the study region.

Keywords: *Trichiurus lepturus*, Yield per recruit model, Population dynamics, Persian Gulf, Oman Sea

*Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.12.9]