مقاله علمی–پژوهشی:

استانداردسازی صید به ازاء واحد تلاش (CPUE) تون زردباله (*Thunnus albacares*) با استفاده از روش خطی عمومی (GLM) در صید گوشگیر آبهای ایرانی دریای عمان

سید حسام کاظمی[۱]، سید یوسف پیغمبری*[۱]، پرویز زارع[۱]، سعید گرگین[۱]

*sypaighambari@gau.ac.ir

۱- گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۸

چکیده

تون زردباله (*Thunnus albacares*) از گونه‌های تجاری و مهم سطح‌زی است که به دلیل اهمیت اکولوژیک و پراکنش وسیع آن در جهان شناخته شده است. هدف از این مطالعه بررسی شاخص فراوانی نسبی تون زرد باله در مدت ده سال صید (۹۵-۱۳۸۶) و بررسی تاثیر سال، ماه، تناژ شناور و ارتفاع طاقه‌های تور گوشگیر بر صید به ازاء واحد تلاش صیادی CPUE این گونه در صید گوشگیر شناورهای سنتی از آبهای ساحلی دریای عمان می‌باشد که با مدل خطی عمومی (GLM) استاندارد شدند. غالباً در ارزیابی ذخایر هنگامی که پارامترهای جمعیتی را در مورد یک جمعیت محاسبه می‌کنند، از صید به ازاء واحد تلاش استاندارد شده که به عنوان شاخص فراوانی نسبی سالانه جمعیت در نظر گرفته می‌شود، به عنوان یک ورودی مهم استفاده می‌شود. نتایج این مطالعه نشان داد تمام متغیرهای مورد استفاده در مدل خطی عمومی به طور معنی‌داری بر CPUE اثرگذار بوده بطوریکه با افزایش هر یک تن تناژ شناور صیادی و هر یک متر ارتفاع تور، مقدار CPUE تون زردباله بترتیب ۰/۰۰۷ و ۰/۰۰۱۶ کیلوگرم افزایش یافته است. شاخص فراوانی نسبی تون زردباله در سال ۱۳۹۰ کمترین مقدار خود را داشت، این شاخص تا سال ۱۳۹۲ تغییرات چشمگیری نداشت اما پس از آن افزایش یافت تا به بالاترین مقدار خود در سال ۱۳۹۵ رسید که نشان می‌دهد با افزایش تلاش صیادی ظرفیت افزایش صید وجود دارد. صید به ازاء واحد تلاش استانداردشده تون زردباله یک گرایش شدید فصلی نشان داد بطوریکه میزان صید در فصل سرد سال بیشتر بود. بررسی شاخص فراوانی نسبی ماهانه نشان داد که بیشترین نرخ صید تون زردباله در ماه‌های بهمن و اسفند انجام شده است.

لغات کلیدی: صید گوشگیر، تون زردباله، CPUE استاندارد شده، مدل خطی عمومی

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.4.8]

مقدمه

تون زردباله (*Thunnus albacares*) یک ماهی با انتشار جهانی است که در آبهای گرمسیری و نیمه گرمسیری اقیانوس هند و اطلس و آرام به صورت گله‌ای زیست می‌کند. در اقیانوس هند یک جمعیت، در اقیانوس آرام دو جمعیت (شرق آرام، غرب و مرکز آرام) و در اقیانوس اطلس نیز یک جمعیت از تون زردباله وجود دارد. این گونه که از گونه‌های دارای مهاجرت زیاد بشمار می‌رود، معمولاً در مرحله جوانی به همراه ماهیان هوور مسقطی جوان (*Katsuwonus pelamis*) زیر اجسام شناور روی آب دیده می‌شود (IOTC, 2013,a,b,c).

صید سالانه تون زردباله در اقیانوس هند از اواسط دهه ۱۹۸۰ به طور چشمگیری افزایش یافت تا اینکه در سال ۲۰۰۴ به اوج خود (۸۲۵۷۹۷ تن که ۲۰۹۲۹ تن از آن مربوط به صید قلاب کششی[1] بود) رسید. اما پس از آن کاهش یافت تا در سال ۲۰۱۲ مقدار ۳۷۰۰۰۰ تن (۲۱۴۴۴ تن قلاب کششی) رسید (IOTC, 2013,c). در دریای عمان نیز تلاش کل صیادی بشدت افزایش یافت و تعداد تون ماهیان جوان در صید افزایش چشمگیری داشت بطوریکه نسبت زیادی از تون‌های زردباله صید شده کوچکتر از سایز استاندارد بودند (حسینی، ۱۳۸۶). کمیسیون تون ماهیان اقیانوس هند (IOTC) مطالعات بسیار زیادی را در رابطه با ارزیابی ذخایر (IOTC Secretariat, 2001, 2004, 2005; Nishida and Shono, 2002)، خصوصیات زیست‌شناسی (Kaymaram, 2000; Tantivala, 2000; Nootmorn and Panjarat, 2001; Arrizabalaga, 2002; Olivier, 2002; Somvanshi, 2002; Ariz, 2005) پراکنش (Mohri and Nishida, 2000) و استانداردسازی صید به ازاء واحد تلاش (Winker *et al*., 2017; Lee *et al*., 2018; Yeh *et al*., 2018) تون زردباله انجام داده است.

چهار کشور اول بهره‌بردار از اقیانوس هند بترتیب اسپانیا، فرانسه، تایوان و ایران هستند. صید اصلی اسپانیا و فرانسه پرساین، تایوان لانگ لاین و ایران بیش از ۹۰٪ تورهای گوشگیر سطحی است که تون ماهیان شامل ۳۸٪ از ماهیان صید شده هستند که در سواحل دریای عمان تخلیه می‌شوند. ۱۹٪ صید که در سال ۲۰۱۱ معادل ۱۵۵۳۰۶ تن بود، شامل تون زردباله است (Kaymaram *et al*., 2014). غالب این صید بوسیله تورهای گوشگیر صید سنتی انجام می‌شود که بسیار متأثر از شرایط جوی دریایی است. جریانهای شدید که در اثر مانسون جنوب شرقی از اردیبهشت ماه لغایت مرداد ایجاد می‌شوند، شرایط صید را با محدودیت مواجه می‌کنند. عمدتاً دو نوع شناور شامل قایق‌های فایبرگلاس و لنج‌های چوبی در این صید سنتی استفاده می‌شوند.

اغلب صید به ازاء واحد تلاش صیادی، به عنوان شاخص فراوانی نسبی در ارزیابی ذخایر استفاده می‌شود که یک ورودی بسیار مهم در ارزیابی پارامترهای جمعیتی است. بعلاوه، داده‌های CPUE مشاهداتی همیشه داده‌های صید و تلاشی هستند که ملوانان، صیادان یا مامورین شیلات از صید تجاری در محل تخلیه ثبت کرده‌اند. بنابراین، این داده‌ها همواره تحت تأثیر زمان، مکان، گونه هدف، پراکنش ماهیان و عوامل محیطی تغییرپذیرند. متعاقباً تخمین شاخص فراوانی نسبی جمعیت، تحت تأثیر این عوامل قرار می‌گیرد و همچنین ممکن است قابلیت صید را نیز تغییر دهند. بنابراین، CPUE مشاهداتی[2] شاخص واقعی فراوانی نسبی را نشان نمی‌دهد. یک راه حل برای کاهش این اثرات بر قابلیت صید، استاندارد کردن داده‌های بدست آمده از صیادی[3] و استفاده از CPUE استانداردشده به عنوان شاخص فراوانی نسبی جمعیت است. تاکنون چندین روش برای استاندارد کردن CPUE استفاده شده است(Hinton and Maunder, 2004)؛ که در این میان مدل‌های خطی عمومی (GLM[4]) متداول‌ترین هستند (Maunder and Punt, 2004).

GLM ها مناسب‌ترین و پرکاربردترین روش استانداردسازی هستند زیرا تاریخ بسیار طولانی دارند،

[1] Trolling

[2] Nominal CPUE
[3] Fishery dependent data
[4] General Linear Model

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.4.8]

براحتی قابل فهم هستند و روش‌های قابل قبولی برای انتخاب فاکتورها و متغیرها در مدل دارند (Hinton and Maunder, 2004). در مدل‌های خطی عمومی CPUE به صورت یک رابطه خطی از متغیرهای توضیحی پیش‌بینی می‌شود. مهمترین موضوع در مدل‌های خطی عمومی محاسبه اثر سال است زیرا نشان‌دهنده شاخص سالانه فراوانی نسبی جمعیت است که ورودی بسیار مهم در مدل‌های ارزیابی ذخایر آبزیان است. اگر ضریب قابلیت صید[1] (q) در طول زمان ثابت و قابل محاسبه باشد، در اینصورت از شاخص فراوانی نسبی سالانه (I_t) میتوان تغییرات بیوماس (B_t) را ارزیابی نمود ($I_t=q.B_t$) (Andrade, 2009). اثر سال در مدل‌های خطی عمومی به صورت متغیر گسسته در نظر گرفته می‌شود. همچنین تعداد متغیرهای توضیحی مورد استفاده در مدل‌های خطی عمومی نباید بیش از اندازه باشد زیرا ممکن است تغییرات CPUE که به اثر سال مربوط بوده است، سهواً به این متغیرهای توضیحی اضافی نسبت داده شوند (Abear, 2009).

بنابراین، در این تحقیق ضرورت یافت تا داده‌های صید به ازاء واحد تلاش تون زردباله در ناوگان گوشگیر ایران استاندارد شوند تا تغییرات واقعی شاخص فراوانی نسبی طی ۱۰ سال (۹۵-۱۳۸۶) مشخص شود. در این پژوهش، از روش خطی عمومی استفاده شد و تمرکز بر روش صید سنتی گوشگیر بود زیرا بیش از ۹۰ درصد مقدار صید این گونه در منطقه از این روش انجام می‌شد.

مواد و روش‌ها

شناورهای صیادی از قایق تا لنج با تناژ ۱ تا حدود ۲۰۰ تن در صیدگاه‌های استان سیستان و بلوچستان در آبهای دریای عمان تا عمق ۲۰۰۰ متر با استفاده از تورهای گوشگیر اقدام به صید می‌کنند. تورهای گوشگیر سطحی با طاقه‌هایی به طول ۱۸۳-۱۶۰ متر از طریق شناورها در هر سفر دریایی به آب انداخته شدند و تعداد طاقه‌های تور بر حسب تناژ شناور و توان مالی صاحب آن ۵۰۰-۲۰ عدد متغیر است. بنادر اصلی محل تخلیه صید شامل رمین، پزم، کنارک، بریس، تنگ و گالک هستند. صید گوشگیر تون ماهیان در سواحل دریای عمان و آبهای فراساحلی در تمامی ماه‌های سال انجام می‌شود و اطلاعات صید را در روزهای دریاروی در دفترچه‌های روزانه[2] صیادان و هنگام تخلیه در بندر، ناظرین شیلات ثبت می‌کنند. شناورهای صیادی در این روش صید طاقه‌های تور گوشگیر را به شکل عمودی و افقی به یکدیگر متصل می‌کنند بطوریکه ارتفاع تورها گاهی تا ۱۵۰ متر نیز می‌رسد. شناورهای بزرگتر به دلیل توانایی حمل تورهای بیشتر و دارای ظرفیت نگهداری و توانایی ماندن بیشتر در دریا، صید بیشتری انجام می‌دهند.

برای اینکه ناوگان گوشگیر ایران، سری‌های زمانی از شاخص فراوانی نسبی تون زردباله صید شده را در دریای عمان محاسبه کنند، از روش خطی عمومی (Nelder and Wedderburn, 1972) استفاده کردند تا تأثیر فاکتورهایی که تلاش صیادی را بین شناورها (اندازه، قدرت موتور، تجهیزات صید و ترکیب صید) یا بین تلاش‌های مختلف شناورهای یکسان (زمان و مکان صید) تغییر می‌دهند، حذف شود (Gulland, 1983). بعلاوه، داده‌های بدست آمده از صیادی اغلب شامل تعدادی صید صفر[3] است بخصوص هنگامی که گونه مورد مطالعه با گونه صید هدف فرق داشته باشد (جاییکه تلاش صیادی صورت گرفته ولی گونه مورد نظر صید نشده است). یک راه متداول برای از بین بردن اثر صید صفر در تبدیل لگاریتمی CPUE در مدل خطی عمومی، افزودن ۱۰٪ میانگین کل CPUE مشاهداتی به عنوان ثابت به آنهاست (Cao *et al*.,2011).

به طور کلی، ۸۳۵۳ شناور صیادی، طی سال‌های ۹۵-۱۳۸۶، تعداد ۱۸۰۶۰ تلاش صیادی ثبت شده انجام دادند. این مقدار نمونه ثبت شده تقریباً برابر ۱۰ درصد کل تلاش صیادی در منطقه می‌باشد که ناظرین سازمان شیلات ایران آن را ثبت نمودند. مقدار تلاش صیادی از حاصلضرب تعداد طاقه‌های تور گوشگیر در ساعات حضور تور در آب

[1] Catchability coefficient

[2] Logbook

[3] zero catch

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.4.8]

در هر سفر دریایی محاسبه گردید. سپس صید به ازاء واحد تلاش صیادی از تقسیم مقدار وزن کل صید به تلاش صیادی بدست آمد.

با توجه به اطلاعات صید و تلاش ثبت شده برای هر تلاش صیادی، سال (۹۵-۱۳۸۶)، ماه (تمامی ماه‌های سال)، تناژ ناخالص شناور (۱۹۶-۱ تن) و ارتفاع پانل‌های تورهای گوشگیر (تا ۱۵۰ متر) به عنوان متغیرهای توضیحی در مدل استفاده شدند.

این فاکتورهای ثابت با لگاریتم صید به ازاء واحد تلاش (lnCPUE) با فرض توزیع خطای لوگ نرمال، رابطه خطی دارند. برای اینکه تبدیل لگاریتمی صیدهای صفر تعریف نشده[1] نشود، ۱۰ درصد میانگین کل CPUE به عنوان ثابت به تمام CPUE های مشاهداتی Ln اضافه شد. فرمول کلی مدل خطی عمومی GLM به صورت ذیل است:

$$\text{Ln}\,(CPUE_{ijkm}+\text{Constant}) = \text{Intercept}+Y_i+M_j+S_k+D_m+\varepsilon_{ijkm}$$

بطوریکه Constant، ۱۰٪ میانگین کل CPUEهای مشاهداتی است، Y_i اثر سال در سال i، M_j اثر ماه j، S_k سایز شناور k (تناژ ناخالص GRT)، D_m اثر ارتفاع تورهای گوشگیر m و ε_{ijkm} خطای مدل با ساختار لوگ نرمال $\log N(0,\sigma^2)$ می‌باشد.

شاخص فراوانی نسبی در GLM به صورت میانگین حداقل مربعات اثر سال (LSMeans) محاسبه می‌شود، چون هدف اولیه شناسایی تفاوت‌های فراوانی تون زردباله در طی سال‌های متوالی است. تمامی محاسبات در نرم افزار R (نسخه‌ی ۳.۵.۰، ۲۰۱۸) صورت گرفته است.

نتایج

شکل ۱ مقدار کل صید تون زردباله (واحد کیلوگرم) و تلاش صیادی (تعداد طاقه‌های تور گوشگیر * ساعات حضور تور در آب دریا) را در نمونه‌های ثبت شده (تقریباً معادل ۱۰ درصد تلاش صیادی کل) از صید سنتی گوشگیر در دریای عمان طی سال‌های ۹۵-۱۳۸۶ نشان می‌دهد. مقدار صید نمونه‌ها از سال اول لغایت سال ۱۳۸۹ افزایش چشمگیری را آغاز کرد بطوریکه در سال ۱۳۸۹ نسبت به سال ۱۳۸۶ به مقدار شش برابر بیشتر بوده است. این میزان طی سال‌های ۹۳-۱۳۸۹ در نوسان بود تا در ۱۳۹۳ به بیشترین مقدار خود یعنی ۶۸۰۹ تن رسید. اما در سه سال آخر تقریباً میزان ثابتی داشته که میانگین آن برابر ۶۵۱۷ تن بود. مقدار واحد تلاش صیادی نیز متناسب با تغییرات مقدار صید در سال ۱۳۸۸ ($۱۰^۵ \times ۳۴۷$ طاقه در ساعت) نسبت به سال قبل خود ($۱۰^۵ \times ۱۷۲$ طاقه در ساعت) بیش از دو برابر شد.

میزان صید به ازاء واحد تلاش صیادی (CPUE ثبت شده) تا سال ۱۳۹۰ تغییرات زیادی نداشت (شکل۲). اما در سال ۱۳۹۱ افزایش چشمگیری داشت و تقریباً دو برابر شد. در سال ۱۳۹۲ یک کاهش جزئی داشت و سپس مجدداً افزایش یافت تا در ۱۳۹۵ به بالاترین مقدار خود رسید. این شاخص در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۹۰ به مقدار سه برابر افزایش یافت.

شکل ۲ همچنین صید به ازاء واحد تلاش صیادی استاندارد شده (شاخص فراوانی نسبی) به روش خطی عمومی و ۹۵ درصد فاصله اطمینان آن را در نمونه‌های ثبت شده تون زردباله که توسط شناورهای سنتی گوشگیر در دریای عمان طی ده سال صید شدند، نشان می‌دهد. شاخص فراوانی نسبی در سال ۱۳۹۰ کمترین مقدار و در سال ۱۳۹۵ بیشترین مقدار کمی را داشت. شاخص فراوانی نسبی سالانه تا ۱۳۹۲ تغییرات زیادی نداشت، اما پس از آن افزایش یافت.

همان‌طوریکه جدول تجزیه واریانس (جدول۱) نشان می‌دهد، تمامی متغیرهای توضیحی مورد استفاده شده در مدل (سال، ماه، ارتفاع تورها و تناژ شناور) با توزیع خطای لوگ نرمال به طور معنی‌داری بر CPUE اثر داشتند. پارامترهای مربوط به CPUE استاندارد شده نیز در جدول ۲ ارائه شده است.

نمودار توزیع فراوانی باقیمانده‌ها نشان می‌دهد خطای باقیمانده‌ها توزیع نرمال دارند و مدل خطی عمومی

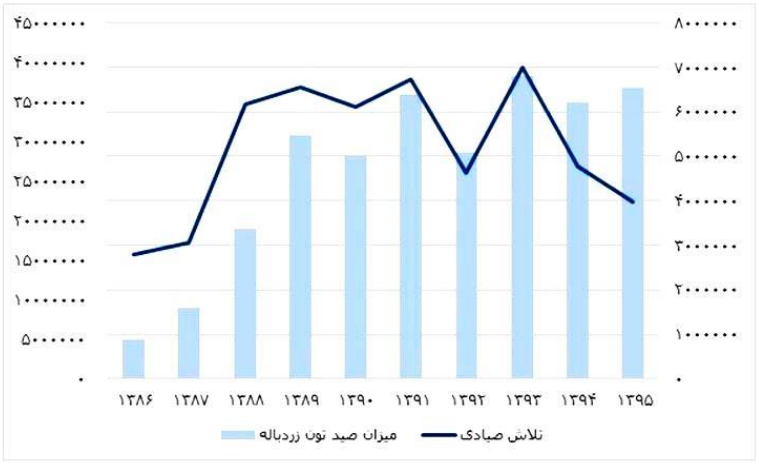
[1] Undefined

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.4.8]

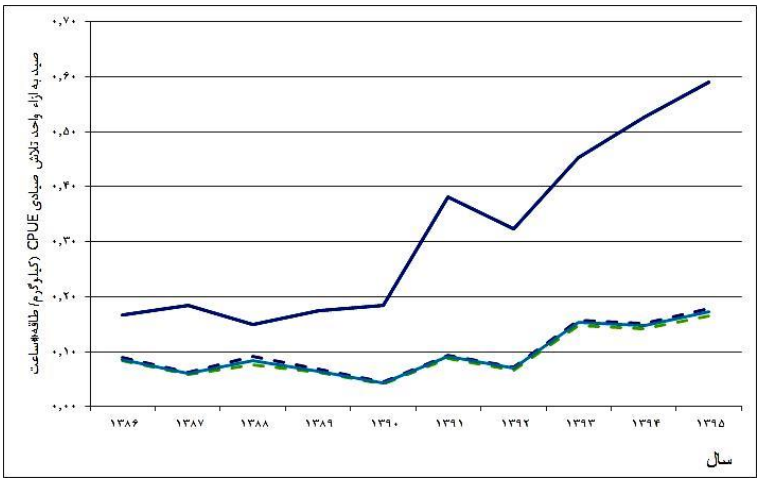
بکاربرده شده روش مناسبی برای استانداردسازی داده‌ها بود (شکل ۳).

بیشترین مقدار صید تون زردباله در نیمه دوم سال و در ماه‌های بهمن و اسفند انجام گرفت (شکل ۴) و شاخص فراوانی نسبی ماهانه تون زردباله در سواحل دریای عمان بیشترین مقدار خود را در نیمه دوم سال، مطابق با فصل تخمریزی و خارج از فصل بادهای موسمی نشان داد.



شکل ۱: مقدار وزنی (kg) تون زردباله صید شده توسط ناوگان گوشگیر ایران (ستون‌ها) و تلاش صیادی (تعداد طاقه در ساعت؛ خط) در نمونه‌های ثبت شده (۱۰ درصد از صید کل) از آب‌های دریای عمان در طی ده سال

Figure 1: Annual catch of Yellowfin tuna by Iranian gillnet fisheries (kg; columns) and fishing effort (net panels × hours; line) registered as subsamples (10 percent of the total catch) in the Oman Sea from 2007 to 2016.



شکل ۲: تغییرات CPUE (کیلوگرم / تعداد طاقه * ساعات حضور تور در آب) مشاهداتی (خط بالایی) و استاندارد شده به روش خطی عمومی GLM (خط پایین) به همراه محدوده‌ی ۹۵٪ اطمینان آن (خط چین) در صید گوشگیر تون زردباله دریای عمان طی ده سال

Figure 2: Changes of nominal CPUE (kg / net panels × hours) (upper line) and standardized CPUE by GLM (lower line) with 95% confidence interval (dash lines) caught by Iranian gillnet fisheries in the Oman Sea from 2007 to 2016.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.4.8]

جدول۱: جدول تجزیه واریانس متغیرهای توضیحی در داده‌های CPUE استانداردشده تون زردباله دریای عمان به روش خطی عمومی (GLM) از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵ (p<0.01)

Table 1: ANOVA table of explanatory variables in generalized linear model for yellowfin tuna CPUE (kg / net panels × hours) from Iranian gillnet tuna fisheries for 2007 to 2016.

ضرایب	محاسبه شده	خطای استاندارد	مقدار t	مقدارP
عرض از مبداء	-۲/۳۷۷۳۴۵۱	۰/۰۴۱۹۰۱۷	-۵۶/۷۳۶	P<۰/۰۰۱
۱۳۸۷	-۰/۰۹۶۳۹۰۷	۰/۰۴۶۲۹۵۳	-۲/۰۸۲	P<۰/۰۵
۱۳۸۸	-۰/۱۹۷۱۵۸۶	۰/۰۴۵۹۷۵۴	-۴/۲۸۸	P<۰/۰۰۱
۱۳۸۹	-۰/۳۳۱۷۹۹۶	۰/۰۴۵۲۷۶۲	-۷/۳۲۸	P<۰/۰۰۱
۱۳۹۰	-۰/۳۹۸۹۱۸۰	۰/۰۴۲۸۲۷۹	-۹/۳۱۴	P<۰/۰۰۱
۱۳۹۱	۰/۱۳۳۱۷۲۵	۰/۰۳۹۹۳۵۱	۳/۳۳۵	P<۰/۰۰۱
۱۳۹۲	-۰/۰۸۶۹۸۹۰	۰/۰۴۳۷۷۹۳	-۱/۹۸۷	P<۰/۰۵
۱۳۹۳	۰/۶۰۷۱۵۵۳	۰/۰۴۱۷۴۸۴	۱۴/۵۴۳	P<۰/۰۰۱
۱۳۹۴	۰/۵۱۱۹۸۷۴	۰/۰۴۳۱۰۹۷	۱۱/۸۷۶	P<۰/۰۰۱
۱۳۹۵	۰/۶۵۹۱۹۰۸	۰/۰۴۳۷۱۲۱	۱۵/۰۸۰	P<۰/۰۰۱
اردیبهشت	-۰/۶۶۴۲۷۲۶	۰/۰۳۷۵۱۲۹	-۱۷/۷۰۸	P<۰/۰۰۱
خرداد	-۰/۷۵۲۷۹۸۵	۰/۰۳۹۸۶۵۱	-۱۸/۸۸۴	P<۰/۰۰۱
تیر	-۱/۰۶۱۲۱۵۸	۰/۰۴۷۰۲۱۸	-۲۲/۵۶۹	P<۰/۰۰۱
مرداد	-۰/۴۵۴۷۸۸۷	۰/۰۴۲۰۰۱۵	-۱۰/۸۲۸	P<۰/۰۰۱
شهریور	۰/۳۹۴۴۵۹۵	۰/۰۳۸۵۷۹۷	۱۰/۲۲۵	P<۰/۰۰۱
مهر	۰/۱۳۴۹۱۱۶	۰/۰۳۹۰۵۸۰	۳/۵۴۵	P<۰/۰۰۱
آبان	۰/۱۲۵۵۲۶۶	۰/۰۳۸۶۴۴۹	۳/۲۴۸	P<۰/۰۱
آذر	-۰/۱۲۵۶۱۰۳	۰/۰۴۸۵۱۰۸	-۲/۵۸۹	P<۰/۰۱
دی	۰/۰۱۳۵۹۷۵	۰/۰۵۰۷۳۵۰	۰/۲۶۸	P<۰/۰۵
بهمن	۰/۲۵۱۸۴۶۸	۰/۰۵۰۲۳۷۷	۵/۰۱۳	P<۰/۰۰۱
اسفند	۰/۲۳۴۱۳۶۶	۰/۰۵۲۲۶۹۷	۴/۴۷۹	P<۰/۰۰۱
تناژ شناور	۰/۰۰۶۹۴۷۸	۰/۰۰۰۲۴۴۰	۲۸/۴۷۷	P<۰/۰۰۱
ارتفاع تورهای گوشگیر	۰/۰۰۱۶۲۵۸	۰/۰۰۰۲۸۳۱	۵/۷۴۴	P<۰/۰۰۱

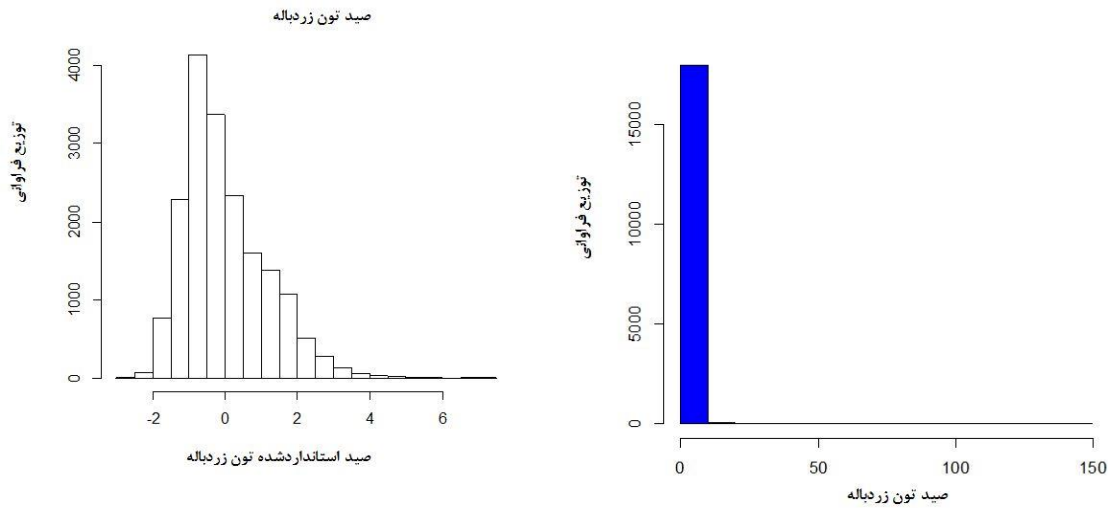
جدول ۲: شاخص‌های صید به ازاء واحد تلاش (CPUE) استاندارد شده به روش خطی عمومی (GLM) در صید گوشگیر تون زردباله دریای عمان در طول ۱۰ سال (۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵)

Table 2: Values of standardized CPUE of yellowfin tuna estimated by general linear model from Iranian gillnet tuna fisheries in the Oman Sea from 2007 to 2016.

سال	CPUE استانداردشده	حد پایینی CPUE	حد بالایی CPUE	انحراف معیار	ضریب تغییرات	CPUE مشاهداتی
۱۳۸۶	۰/۰۸۶۳۸۵۴	۰/۰۸۳۸۱۶۹۶	۰/۰۸۸۹۵۳۸۶	۰/۰۴۵۲۷۴	۰/۰۵۲۴۰۹۳	۰/۱۶۵۹۱۲۲
۱۳۸۷	۰/۰۶۰۱۴۴۶	۰۰۵۷۶۶۷۹/	۰/۰۶۲۶۲۲۱۲۲	۰/۰۴۵۶۹۳۳	۰/۷۵۹۷۲۴	۰/۱۸۴۸۱۴۴
۱۳۸۸	۰/۰۸۴۳۳۲۶	۰/۰۷۶۶۳۷۸۹	۰/۰۹۲۰۲۷۲۷	۰/۱۴۵۲۹۰۳	۱/۷۲۲۸۲۵	۰/۱۵۰۰۱۹۱
۱۳۸۹	۰/۰۶۵۰۳۵۱	۰۰۶۲۴۳۵۱۹/	۰۰۶۷۷۶۳۴۹۴/	۰/۰۵۰۱۳۶۸	۰/۷۷۰۹۲	۰/۱۷۴۴۷۷۶
۱۳۹۰	۰/۰۴۲۷۲۹۸	۰۰۴۰۸۲۳۰۴/	۰/۰۴۴۶۳۶۴۹	۰/۰۴۲۹۸۷۷	۱/۰۰۶۰۳۷	۰/۱۸۴۵۸۱۲
۱۳۹۱	۰/۰۹۰۵۷۵۵	۰/۰۸۸۱۶۱۸۵	۰/۰۹۲۹۸۹۲۳	۰۰۶۷۷۹۷۳۵/	۰/۷۵۰۴۶۲	۰/۳۸۱۹۸۵۴
۱۳۹۲	۰۰۶۹۵۹۳۱/	۰۰۶۷۱۷۷۸۸۲/	۰/۰۷۲۰۰۷۳۹	۰/۰۵۱۳۱۷۳	۰/۷۳۷۳۹	۰/۳۲۳۹۹۳۹
۱۳۹۳	۰۰۱۵۲۳۲۰۴/	۰/۱۴۷۷۴۸۳	۰/۱۵۶۸۹۲۴	۰/۱۱۴۶۹۷۴	۰/۷۵۳۰۰۱	۰/۴۵۲۵۶۱۵
۱۳۹۴	۰/۱۴۷۲۳۱	۰/۱۴۲۴۵۰۷	۰/۱۵۲۰۱۱۲	۰/۱۰۴۸۰۵۷	۰/۷۱۱۸۴۶	۰/۵۲۶۲۸۴۹
۱۳۹۵	۰/۱۷۱۸۷۹۹	۰/۱۶۵۷۵۵	۰۱۷۸۰۰۴۸/	۰/۱۳۰۲۲۶۲	۰/۷۵۷۶۵۸	۰/۵۹۰۷۰۷۳

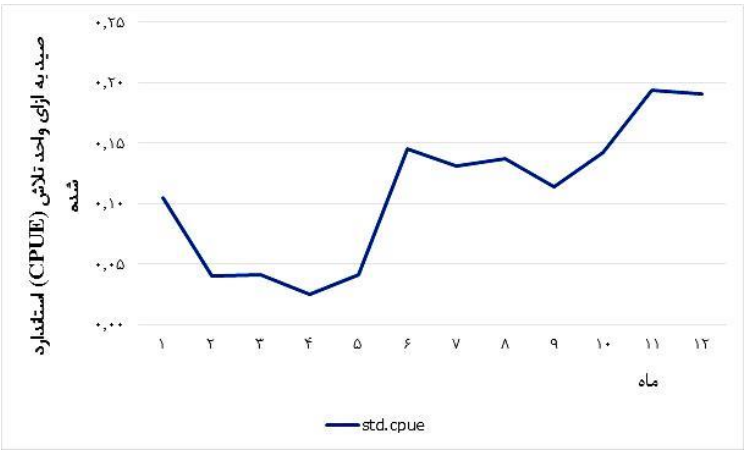
[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.4.8]



شکل ۳: نمودار توزیع فراوانی باقیمانده ها در داده‌های صید به ازاء واحد تلاش صیادی تون زردباله در دریای عمان قبل از استانداردسازی (در بالا) و بعد از استانداردسازی (در پایین) یک توزیع نرمال با میانگین صفر و یک را نشان می‌دهد.

Figure 3: The frequency distribution of residuals before (upper panel) and after standardization (lower panel) with lognormal error structure in CPUE data of yellowfin tuna caught by Iranian gillnet tuna fisheries in the Oman Sea.



شکل ۴: تغییرات ماهانه صید به ازاء واحد تلاش (CPUE) استانداردشده به روش خطی عمومی در صید تون زردباله به روش گوشگیر در دریای عمان طی سال‌های ۹۵-۱۳۸۶

Figure 4: Monthly variation of standardized CPUE of yellowfin tuna estimated by general linear model from Iranian gillnet tuna fisheries in the Oman Sea from 2007 to 2016.

بحث

داده‌های صید به ازاء واحد تلاش صیادی (CPUE) قسمت اصلی اطلاعات ورودی در ارزیابی ذخایر آبزیان است. معمولاً فرض می‌شود که CPUE با فراوانی متناسب است. بنابراین، به عنوان شاخص فراوانی نسبی جمعیت یاد می‌شود. به دلیل اهمیت بالای CPUE در ارزیابی ذخایر و متناسب بودن آن با فراوانی جمعیت، ضروری است تمام فاکتورهایی که روی این شاخص اثرگذارند، حذف و در واقع استاندارد شوند. فرض اساسی در تمام مدل‌های استانداردسازی این است که اثر سال نشان‌دهنده تغییرات

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.4.8]

فراوانی جمعیت در طول زمان است (Abear, 2009). اما متأسفانه تاکنون در ایران مطالعه‌ای برای استانداردسازی داده‌های صید به ازاء واحد تلاش تون زردباله صورت نگرفته و این موضوع کمتر مورد توجه بوده است.

مطابق شکل ۱ تغییرات تلاش صیادی در نمونه‌های ثبت شده (معادل ۱۰ درصد تلاش کل صیادی) طی سال‌های ۹۳-۱۳۸۶ متناسب با تغییرات مقدار صید تون زردباله بود. بنابراین، افزایش صید مشاهداتی در نتیجه افزایش واحد تلاش صیادی بوجود آمده است در حالیکه در دو سال آخر مطالعه تلاش صیادی کاهش یافته اما میزان صید همچنان بالا مانده است. این امر حاکی از آن است که با افزایش تلاش صیادی، ظرفیت افزایش صید وجود دارد. شایان ذکر است، با توجه به تحقیقات قبلی میزان صید تون زرد باله طی سال‌های ۸۴-۱۳۷۷ به علت افزایش تلاش صیادی در سواحل سیستان، روند افزایشی داشت (حسینی، ۱۳۸۶).

صید به ازاء واحد تلاش صیادی استاندارد شده تغییرات کمتری نسبت به صید به ازاء واحد تلاش مشاهداتی دارد،که نشان می‌دهد مدل خطی اثر متغیرهای توضیحی را حذف کرده است. با افزایش هر یک تن تناژ شناور صیادی و هر یک متر ارتفاع تورهای گوشگیر، مقدار صید به ازاء واحد تلاش تون زردباله بترتیب ۰/۰۰۷ و ۰/۰۰۱۶ کیلوگرم افزایش یافته است (جدول ۱). این نشان می‌دهد افزایش تعداد طاقه‌های تور گوشگیر که به شکل عمودی به یکدیگر متصل می‌شوند، سبب افزایش راندمان صید و CPUE شده است. همچنین شناورهای بزرگتر توانایی حمل تورهای بیشتری دارند و به علت تناژ بالاتر، مدت بیشتری در دریا مشغول صید می‌شوند. بنابراین، مقدار صید بیشتری انجام می‌دهند. تاکنون مطالعه‌ای درباره اثر ارتفاع تورهای گوشگیر مورد استفاده بر میزان صید تون زردباله صورت نگرفته است. در مطالعات دیگری که درباره استانداردسازی داده‌های صید به ازاء واحد تلاش تون زردباله به روش گوشگیر، پرساین و لانگ لاین در سراسر جهان صورت گرفته است، فاکتورهای سال، ماه، عمق صیدگاه، دمای سطح آب دریا[1] (SST)، عمق لایه مخلوط شونده[2] (MLD) و تناژ شناور بر CPUE این گونه به طور معناداری اثرگذار بوده‌اند (حقی و همکاران، ۱۳۹۵؛ Wang *et al*., 2005, Shih *et al*., 2014, Winker *et al*., 2017، Nishida and Chen, 2004). حسینی (۱۳۸۲) نشان داد، میزان صید تون زردباله به روش گوشگیر در دریای عمان با افزایش عمق صیدگاه، افزایش یافته است. بنابراین، توصیه می‌شود عمق صیدگاه در سیستم ثبت داده‌های سازمان شیلات اضافه شود تا در مطالعات بعدی استانداردسازی صید به ازاء واحد تلاش این گونه به عنوان یک متغیر توضیحی محیطی لحاظ گردد. همچنین دما، شوری و اکسیژن فاکتورهای محیطی هستند که بر پراکنش مکانی و زمانی ماهیان تأثیرگذارند و در مطالعات آینده می‌توان از آنها در مدل‌های خطی عمومی – بر اساس زیستگاه[3] (Standard-GLM-HBM) استفاده کرد (Nishida and Chen, 2004).

در مطالعه استانداردسازی تون زردباله در صید لانگ لاین تایوان (Wang *et al*., 2005) مشخص شد ذخایر این گونه در اقیانوس هند تا سال ۲۰۰۵ وضعیت پایدار داشته است. Winker و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه استانداردسازی تون زردباله در جنوب غربی اقیانوس هند نشان دادند، صید به ازاء واحد تلاش استاندارد شده این گونه طی سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۱۲ افزایش یافت که مطابق با افزایش آن در آبهای ایرانی دریای عمان در این مطالعه طی این سال‌ها بود. در مطالعه دیگری با استانداردسازی داده‌های صید به ازاء واحد تلاش تون زردباله در ناوگان صید لانگ لاین کره جنوبی از اقیانوس هند مشخص شد، شاخص فراوانی نسبی این گونه در آبهای استوایی غربی اقیانوس هند طی سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۱۰ افزایش جزئی داشته است (Lee *et al*., 2018).

دریای عمان تحت تأثیر دو نوع باد غربی یا شَمال و دیگری بادهای موسمی (مانسون) از سمت جنوب و جنوب غرب می‌باشد که از اواخر خرداد ماه آغاز لغایت اوایل

[1] Sea Surface Temperature
[2] Mixed Lyer Depth
[3] Habitat Based Model

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.4.8]

مهرماه ادامه دارند (لایقی و همکاران، ۱۳۹۶). بیشترین مقدار صید تون زردباله در نیمه دوم سال و در ماه‌های بهمن و اسفند انجام شد (شکل ۴) که به دلیل عدم وزش بادهای موسمی و مطابق بودن با فصل تخمریزی این ماهی در این زمان بود. فصل تخمریزی تون زردباله در سواحل سیستان از بهمن ماه لغایت اردیبهشت و اوج آن در فروردین و اردیبهشت است (حسینی، ۱۳۸۶). بنابراین، اوج فشار صید در ۲ ماهه ابتدای فصل تخمریزی بر ذخیره اعمال می‌شود. واضح است که CPUE تون زردباله گرایش فصلی دارد بطوریکه در فصل سرد سال (پاییز و زمستان)، نرخ صید بیشتر و در فصل گرم (بهار و تابستان) نرخ صید کمتری داشته است در حالیکه Winker و همکاران (۲۰۱۷) مشخص کردند، صید تون زردباله در جنوب غرب اقیانوس هند گرایش فصلی نداشت و بیشترین صید در ژولای و آگوست مطابق با اوایل تیر ماه تا اوایل شهریور ماه صورت گرفت.

منابع

حسینی، س. ع.، ۱۳۸۲. تعیین چشمه استاندارد تور گوشگیر ماهی گیدر در دریای عمان (سواحل سیستان و بلوچستان). فصلنامه پژوهش و سازندگی. در امور دام و آبزیان. دوره ۱۶. شماره ۳ (پی آیند ۶۰).

حسینی، س. ع.، ۱۳۸۶. پایش ذخایر تون ماهیان (گیدر و هوور مسقطی) در دریای عمان – سواحل سیستان و بلوچستان. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۸۵/۱۰۹۶.

حقی، ع.، قربانی، ر.، پیغمبری، س. ی.، مینگ، ا. ل.، کاپلان، د. و بلاک، ب.، ۱۳۹۵. ارتباط پراکنش ماهی تون زردباله (*Thunnus albacares*) صید شده توسط پرسایرنرهای ایرانی با متغیرهای محیطی در اقیانوس هند. مجله علمی شیلات. دوره ۲۶. شماره ۱. صفحات ۸۲-۶۷.

لایقی، ب.، قادر، س.، علی اکبری بیدختی، ع. و آزادی، م.، ۱۳۹۶. حساسیت‌سنجی شبیه‌سازی‌های مدل WRF به پارامترسازی‌های فیزیکی در محدوده‌ی خلیج فارس و دریای عمان در زمان مونسون تابستانی. مجله ژئوفیزیک ایران. ۱۱(۱)، ۱-۱۹.

Abear, S.M., 2009. Comparisons of Boosted Regression Tree, GLM and GAM peformance in the standardization of Yellowfin Tuna catch-rate data from the Gulf of Mexico Longline Fishery, Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College.

Andrade, H.A., 2009. Using delta-gamma generalized linear models to standardized catch rates of Yellowfin Tuna caught by Brazilian bait-boats. *ICCAT, Collective Volume of Scientific Papers*, 64(4): 1171-1181.

Ariz, J., Delgado de Molina, A., Lourdes Ramos, M. and Pallarés, P., 2005. Preliminary yellowfin tuna sex-ratio analysis from observer data obtained during the experimental cruise on Spanish longliners in the Southwestern Indian Ocean. WPTT-2005-WPTT-20. Available at, http://www.iotc.org/files/proceedings/2005/wptt/IOTC-2005-WPTT-20.pdf.

Arrizabalaga, X.M., 2002. The use of MULTIFAN to estimate growth parameters of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the Indian Ocean. IOTC Proceedings no. 5: 346-360.

Cao, J., Chen, X., Chen, Y., Liu, B., Ma, J. and Li, S., 2011. Generalized linear Bayesian models for standardizing CPUE: an application to a squid-jigging fishery in the northwest Pacific Ocean. *Scientia Marina*, 75: 679-689. Doi: 10.3989/scimar.2011.75n4679.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.4.8]

Gulland, J.A., 1983. Fish Stock Assessment: A Manual of Basic Methods. (Wily: New York.)

Hinton, M.G. and Maunder, M.N., 2004. Methods for standardizing CPUE how to select among them. *ICCAT, Collective Volume of Scientific Papers*, 56(1): 169-177.

IOTC Secretariat, 2001. Report on the status of the databases held at the IOTC secretariat, IOTC Proceedings no. 4 (2001): 256 -265.

IOTC Secretariat, 2004. Status of IOTC databases for tropical tunas, IOTC-2004-WPTT-01.

IOTC Secretariat, 2005. Report of the eighth session of the scientific committee Victoria, Seychelles, 7-11 November 2005.

IOTC, 2013a. Status of the Indian Ocean bigeye tuna (BET: *Thunnus obesus*) resource. IOTC-2013-SC16ES02[E]. Available at: http://www.iotc.org/files/proceedings/2013/sc/IOTC-2013-SC16-ES02[E].pdf

IOTC, 2013b. Status of the Indian Ocean skipjack tuna (SKJ: *Katsuwonus pelamis*) resource. IOTC-2013-SC16ES03[E]. Available at: http://www.iotc.org/files/proceedings/2013/sc/IOTC-2013-SC16-ES03[E].pdf

IOTC, 2013c. Status of the Indian Ocean yellowfin tuna (YFT: *Thunnus albacares*) resource. IOTC-2013-SC16ES04[E]. Available at: http://www.iotc.org/files/proceedings/2013/sc/IOTC-2013-SC16-ES04[E].pdf

Kaymaram, F., Emadi, H. and Kiabi, B., 2000. Population parameters and feeding habits of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the Oman Sea, IOTC Proceedings no. 3: 283-285.

Keymaram, F., Hosseini, S.A. and Darvishi, M., 2014. Estimates of Length-Based Population Parameters of Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*) in the Oman Sea. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 14: 101-111. Doi: 10.4194/1303-2712-v14_1_12.

Lee, S.I., Kim, D.N. and Hoyle, S.D., 2018. CPUE standardization of yellowfin tuna caught by Korean tuna longline fishery in the Indian Ocean, 1977-2017. IOTC-2018-WPTT20-39.

Maunder, M.N. and Punt, A.E., 2004. Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches. *Fisheries Research*, 70: 141-159. Doi: 10.1016/j.fishres.2004.08.002

Mohri, M. and Nishida, T., 2000. Consideration on distribution of adult yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the Indian Ocean based on Japanese tuna longline fisheries and survey information. IOTC Proceedings no. 3: 276-282.

Nelder, J.A. and Wedderburn, R.W.M., 1972. Generalized linear models. *Journal of Royal Statistical Society*, Series A, 137: 370-384. Doi: 10.2307/2344614.

Nishida, T. and Chen, D.G., 2004. Incorporating spatial autocorrelation into the general linear model with an application to the Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*)

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.4.8]

Longline CPUE data. *Fisheries Research*, 70: 265-274. Doi: 10.1016/j.fishres.2004.08.008.

Nishida, T. and Shono, H., 2002. Stock assessment of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) resources in the Indian Ocean by the age structured production model (ASPM) analyses, IOTC Proceedings no. 5: 248-273.

Nootmorn, P. and Panjarat, S. 2001. Preliminary results on age and growth determination, daily increment, of tropical tunas, IOTC Proceedings no. 4: 266-272.

Olivier, L., 2002. Study of the growth of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the Western Indian Ocean based on length frequency data. IOTC Proceedings no. 5: 316-327.

Shih, C.L., Chou, S.C., Wang, H.Y. and Hsu, C.C., 2014. Trial estimation of standardized catch per unit effort of Yellowfin Tuna by the Taiwanese Longline Fishery in the tropical waters of the Atlantic Ocean. ICCAT, 70(6): 2738-2762.

Somvanshi, V.S., 2002. Review of biological aspects of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) from the Indian Ocean, IOTC Proceedings no. 5: 420-426.

Tantivala, C., 2000. Some biological study of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the Eastern Indian Ocean, IOTC Proceedings no. 3: 436-440.

Wang, S.P., Chang, S.K. and Shono, H., 2005. Standardization of CPUE for Yellowfin Tuna caught by Taiwanese longline fishery in the Indian Ocean using generalized linear model. IOTC-2005-WPTT-16.

Winker, H., Parker, D., Silva, C. and Kerwath, S.E., 2017. Srandardization Longline catch per unit effort for Bigeye (Thunnus obesus) and Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*) from south Africa. IOTC-2017-WPTT19-26.

Yeh, Y.M., Hoyle, S. and Chang, S.T., 2018. Updated CPUE standardizations for bigeye and yellowfin tuna caught by Taiwanese longline fishery in the Indian Ocean using generalized linear model. IOTC-2018-WPTT20-35.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.4.8]

Standardized CPUE of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) by General Linear Model (GLM) for Iranian Gillnet Fisheries in the Oman Sea

Kazemi S.H.[1]; Paighambari S.Y.[1*]; Zare P.[1]; Saeid Gorgin S.[1]

[*]sypaighambari@gau.ac.ir

1- Fisheries group, Faculty of Fisheries and environmental sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Abstract:

Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*) is one of the most important commercial and neritic fish species which has known because of ecological importance and wide distribution around the world. The aim of this study was to determine relative index of abundance for Yellowfin Tuna from 2007 to 2016, also we evaluated effect of some explanatory variables (year, month, vessel tonnage and net height) of catch per unit effort data in traditional gillnet fishery standardized by general linear model (GLM) in the Oman Sea. Standardized catch per unit effort is an important entrance in stock assessment as an annual abundance index. The results of this study have shown that all explanatory variables influence CPUE significantly in GLM model with lognormal error distribution; CPUE of Yellowfin Tuna increased 0.007 and0.0016 by raising one ton of vessel' tonnage and one meter of net height, respectively. Relative index of abundance of Yellowfin Tuna has the lowest quantity in 2011, remain stable till 2013 then increase to highest level in 2016, which is shown the catch rate can increase by raising catch effort. There is a seasonal trend in standard CPUE of Yellowfin Tuna with the highest catch rate in cold season. Monthly relative index of abundance has shown highest catch rate occurred in February and March.

Keywords: Gillnet, Yellowfin tuna, Standardized CPUE, General Linear Model

[*]Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.4.8]