

## استانداردسازی صید به‌ازاء واحد تلاش (CPUE) تون هوور (*Thunnus tonggol*) با استفاده از روش خطی عمومی (GLM) در صید گوشگیر آب‌های ایرانی دریای عمان

- سید حسام کاظمی\*: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- سید یوسف پیغمبری: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- پرویز زارع: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- سعید گرگین: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۸

### چکیده

تون هوور (*Thunnus tonggol*) از گونه‌های تجاری و مهم سطح‌زی است که در آب‌های ساحلی گرمسیری و معتدله اقیانوس هند و آرام پراکنش دارد. هدف از این مطالعه بررسی شاخص فراوانی نسبی تون هوور در مدت ده سال صید (۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵) و بررسی تاثیر سال، ماه، تناژ شناور و ارتفاع طاقه‌های تور گوشگیر بر صید به‌ازاء 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 به‌ازاء واحد تلاش استاندارد شده که به‌عنوان شاخص فراوانی نسبی سالیانه جمعیت در نظر گرفته می‌شود به‌عنوان یک ورودی مهم استفاده می‌شود. نتایج این مطالعه نشان داد از بین متغیرهای توضیحی استفاده شده در مدل خطی عمومی سال و ماه به‌طور معنی‌داری روی CPUE تون هوور اثرگذار بوده‌اند اما تاثیر افزایشی تناژ شناور و ارتفاع تورهای گوشگیر به‌هم متصل شده معنی‌دار نبوده است. شاخص فراوانی نسبی تون هوور از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵ روند افزایشی به همراه یک اوج چشمگیر در سال ۱۳۹۲ داشت و این نشان می‌دهد با افزایش تلاش صیادی ظرفیت افزایش صید وجود دارد. صید به‌ازاء واحد تلاش استاندارد شده تون هوور یک گرایش شدید فصلی نشان داد به‌طوری‌که میزان صید در فصل گرم سال بیش‌تر بود. بررسی شاخص فراوانی نسبی ماهیانه نشان داد که بیش‌ترین نرخ صید تون هوور در ماه‌های اردیبهشت و خرداد انجام شده است.

**کلمات کلیدی:** صید گوشگیر، تون هوور، CPUE استاندارد شده، مدل خطی عمومی



## مقدمه

عرض دریای عمان از بندر گوآتر در جنوب شرقی‌ترین نقطه ایران تا دماغه حد در شمال شرق کشور عمان برابر ۳۲۰ کیلومتر و طول آن ۵۶۰ کیلومتر است (لایقی و همکاران، ۱۳۹۶). دریای عمان از یک طرف تحت تأثیر جریان‌های جوی متعدد مثل مانسون و باران‌های موسمی اقیانوس هند است و از طرف دیگر تحت تأثیر گرمای شدید عرض‌های استوایی که مهم‌ترین پدیده اقلیمی آن است (Parsapoor, ۲۰۱۳). تون ماهیان در سراسر جهان و معمولاً در آب‌های معتدله و استوایی از جمله دریای عمان، بین ۴۵ درجه شمالی و جنوبی خط استوا پراکنش دارند و به گونه‌های ساحلی، نریتیک و اقیانوسی تقسیم می‌شوند (Pillai و Satheeshkumar, ۲۰۱۲). صید تون ماهیان به‌طور مستقیم برای حدود ۲۰۰ میلیون نفر در جهان شغل ایجاد کرده (FAO, ۱۹۹۳) و ۱۹٪ مصرف پروتئین حیوانی توسط انسان‌ها را شامل می‌شود (Botsford و همکاران، ۱۹۹۷). بنابراین کاهش یا فروپاشی این گونه‌ها اثرات و عواقب شدید اجتماعی و اقتصادی در مناطق وابسته به صیادی خواهد داشت. تون هوور از گونه‌های سطح‌زی و تجاری مهم است و پراکنش گسترده‌ای در اقیانوس هند و آرام بین عرض ۴۷ درجه شمالی و ۳۳ درجه جنوبی دارد (Froese و Pauly, ۲۰۱۸). پراکنش این گونه برعکس سایر گونه‌های جنس *Thunnus* که در تمام آب‌های اقیانوسی باز پراکنش دارند محدود به مناطق نریتیک (Neritic) در منطقه فلات قاره (Continental Shelf) می‌شود و بندرت در آب‌های دور از ساحل (offshore) دیده می‌شود (Yesaki, ۱۹۹۴). تون هوور کوچک‌ترین گونه جنس *Thunnus* است (Pierre و همکاران، ۲۰۱۴) و از ماهیان، سخت‌پوستان و سرپایان تغذیه می‌کند (Collete, ۲۰۱۰). این گونه مهم اقتصادی در سراسر اقیانوس هند و آرام توسط بسیاری از کشورها به‌شدت تحت بهره‌برداری قرار دارد (Griffiths, ۲۰۱۰). اما عجیب است که اطلاعات بسیار کمی درباره بیولوژی، ساختار ذخیره و صید این گونه وجود دارد. تون هوور به‌دلیل صید بیش از حد از سال ۲۰۱۱ توسط اتحادیه جهانی حفاظت از محیط زیست (IUCN) در لیست گونه‌های بحرانی در خطر (Critical endangered) قرار گرفته است (IUCN, ۲۰۱۵؛ Collete و همکاران، ۲۰۱۵) و ذخایر این گونه در آب‌های جنوبی ایران تحت بهره‌برداری بیش از حد (Overexploited) قرار دارند (Darvishi و همکاران، ۲۰۱۸). مقدار وزنی سالانه صید تون هوور در اقیانوس هند از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۲ افزایش زیادی داشته و به ۱۷۰۳۵۹ تن رسیده است، اما پس از آن روند کاهشی نشان داد تا در سال ۲۰۱۵ مقدار ۱۳۲۷۲۳ تن صید شد (IOTC, ۲۰۰۷). ۷۸ درصد از صید تون ماهیان در اقیانوس هند در منطقه غربی آن انجام می‌شود (Pillai و Satheeshkumar, ۲۰۱۲). صید تون و شبه‌تون ماهیان در آب‌های ایرانی دریای عمان و خلیج فارس نقش مهمی در زنجیره

## مواد و روش‌ها

صید سنتی تون هوور در آب‌های ایرانی دریای عمان تا عمق ۲۰۰۰ متر با استفاده از تورهای گوشگیر شناور و توسط شناورهای صیادی از قایق‌های فایبرگلاس ۶-۸ متر تا لنج‌های چوبی و



کل CPUE به عنوان ثابت به تمام CPUE های مشاهداتی اضافه شد. فرمول کلی مدل خطی عمومی GLM به صورت زیر است:

$$\ln(\text{CPUE}_{ijk} + \text{Constant}) = \text{Intercept} + Y_i + M_j + S_k + D_m + \varepsilon_{ijkm}$$

به طوری که Constant، ۱۰٪ میانگین کل CPUE های مشاهداتی است،  $Y_i$  اثر سال در سال  $i$ ،  $M_j$  اثر ماه  $j$ ،  $S_k$  سایز شناور  $k$  (تناژ ناخالص)،  $D_m$  اثر ارتفاع تورهای گوشگیر  $m$  و  $\varepsilon_{ijkm}$  خطای مدل با ساختار لوگ نرمال  $\log N(0, \sigma^2)$  می باشد. شاخص فراوانی نسبی در GLM به صورت میانگین حداقل مربعات اثر سال (LSMeans) محاسبه می شود، چون هدف اولیه شناسایی تفاوت های فراوانی تون هوور در طی سال های متوالی است. تمامی محاسبات در نرم افزار R (نسخه ۳.۵.۰، ۲۰۱۸) صورت گرفته است.

## نتایج

مقدار کل صید تون هوور (واحد کیلوگرم) و تلاش صیادی (تعداد طاقه های تور گوشگیر×ساعات حضور تور در آب دریا) در نمونه های ثبت شده (تقریباً معادل ۱۰ درصد تلاش صیادی کل) از صید سنتی گوشگیر در دریای عمان طی سال های ۸۶ تا ۹۵ در شکل ۱ نشان داده شده است. مقدار صید در سال ۱۳۸۸ نسبت به ۱۳۸۶ بیش از ۲۰ برابر شده در حالی که تلاش صیادی تنها بیش تر از ۲ برابر افزایش یافته است. تلاش صیادی بعد از سال ۱۳۸۸ تقریباً ثابت بوده، در سال ۱۳۹۲ یک کاهش چشمگیر داشته و در دو سال آخر نیز به شدت کاهش یافته به طوری که در ۱۳۹۵ ( $10^5 \times 224$  طاقه در ساعت) تنها کمی بیش از مقدار خود در ۱۳۸۷ ( $10^5 \times 172$  طاقه در ساعت) رسیده است. اما میزان صید از سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ تقریباً ثابت مانده و میانگین آن ۴۴۹۱ تن بوده است. بیش ترین میزان صید در سال ۱۳۹۳ و معادل ۵۰۹۸٫۵ تن بوده که بیش ترین تلاش صیادی نیز در همین سال صورت گرفته است. مقدار صید به ازاء واحد تلاش مشاهداتی (Nominal CPUE) تون هوور از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵ روند افزایشی داشته است (شکل ۲). این شاخص در سال ۱۳۹۲ بیش ترین میزان خود را داشته، در سال ۱۳۹۳ کاهش چشمگیر نشان داده و در دو سال انتهایی مطالعه مجدداً افزایش یافته است. شکل ۲ هم چنین صید به ازاء واحد تلاش صیادی استاندارد شده (شاخص فراوانی نسبی) به روش خطی عمومی و ۹۵ درصد فاصله اطمینان آن در نمونه های ثبت شده تون هوور که توسط شناورهای سنتی گوشگیر در دریای عمان طی ده سال صید شده اند را نشان می دهد. شاخص فراوانی نسبی تون هوور در سال ۱۳۸۶ کم ترین و در ۱۳۹۲ بیش ترین مقدار کمی خود را داشته است. در واقع این شاخص تا سال ۱۳۹۲ روند افزایشی داشته اما پس از آن کاهش یافته است. همان طور که جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می دهد، در بین متغیرهای توضیحی استفاده شده در

یا فایبرگلاس با تناژ ۱ تا حدود ۲۰۰ تن انجام می شود. تورهای گوشگیر سطحی با طاقه هایی به طول ۱۶۰ تا ۱۸۳ متر توسط شناورها در هر سفر دریایی به آب انداخته شده و تعداد طاقه های تور بر حسب تناژ شناور و توان مالی صاحب آن بین ۲۰ تا ۵۰۰ عدد متغیر است. صیادان در این روش صید طاقه های تور گوشگیر را به شکل عمودی و افقی به یکدیگر متصل می کنند، به طوری که ارتفاع تورها گاهی تا ۱۵۰ متر نیز می رسد. صید گوشگیر تون ماهیان در سواحل دریای عمان و آب های فراساحلی در تمامی ماه های سال انجام می شود و اطلاعات صید در روزهای دریابروی در دفترچه های روزانه (Logbook) توسط صیادان و هنگام تخلیه در بندر توسط ناظرین شیلات ثبت می شوند. شناورهای صیادی بزرگ تر به دلیل توانایی حمل تورهای بیش تر و داشتن ظرفیت نگهداری و توانایی ماندن بیش تر در دریا صید بیش تری انجام می دهند. در این مطالعه از روش خطی عمومی (Nelder و Wedderburn، ۱۹۷۲) استفاده شد تا سری های زمانی از شاخص فراوانی نسبی تون هوور صید شده توسط ناوگان گوشگیر ایران در دریای عمان محاسبه شوند و تأثیر فاکتورهای که تلاش صیادی را بین شناورها (اندازه، قدرت موتور، تجهیزات صید و ترکیب صید) یا بین تلاش های مختلف شناورهای یکسان (زمان و مکان صید) تغییر می دهند، حذف شود (Gulland، ۱۹۸۳). به علاوه، همواره داده های به دست آمده از عملیات صیادی شامل تعدادی صید صفر (zero catch) است، مخصوصاً وقتی که گونه مورد مطالعه با گونه صید هدف فرق داشته باشد. یعنی جایی که 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، اضافه کردن ۱۰٪ میانگین کل CPUE مشاهداتی به عنوان ثابت به آن هاست (Cao و همکاران، ۲۰۱۱). در کل تعداد ۱۸۰۲۶ تلاش صیادی قابل قبول مربوط به ۸۲۵۳ عدد شناور صیادی از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵ ثبت شد. این مقدار نمونه ثبت شده تقریباً برابر ۱۰ درصد کل تلاش صیادی ناوگان گوشگیر در منطقه می باشد که توسط ناظرین سازمان شیلات ایران ثبت گردید. مقدار تلاش صیادی از حاصل ضرب تعداد طاقه های تور گوشگیر در ساعات حضور تور در آب در هر سفر دریایی محاسبه گردید. سپس صید به ازاء واحد تلاش صیادی از تقسیم مقدار وزن کل صید به تلاش صیادی به دست آمد. متغیرهای توضیحی مورد استفاده در مدل خطی عمومی شامل اثر سال (از ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵)، ماه (تمامی ماه های سال)، تناژ ناخالص شناور (از ۱ تا ۱۹۶ تن) و ارتفاع پانل های تورهای گوشگیر (تا ۱۵۰ متر) بودند. این فاکتورهای ثابت با لگاریتم صید به ازاء واحد تلاش ( $\ln \text{CPUE}$ ) رابطه خطی دارند. برای این که تبدیل لگاریتمی صیدهای صفر تعریف نشده (Undefined) نشود، ۱۰٪ میانگین



مدل سال و ماه با توزیع خطای لوگ نرمال به‌طور معنی‌داری روی CPUE اثر داشته‌اند اما ارتفاع تورهای گوشگیر و تناژ شناور تأثیر معنی‌داری بر مقدار CPUE تون هوور نداشتند. پارامترهای مربوط به

CPUE استاندارد شده نیز در جدول ۲ آمده است. بر طبق نتایج این جدول صید تون هوور در بین ماه‌های فروردین، دی و اسفند تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهد.

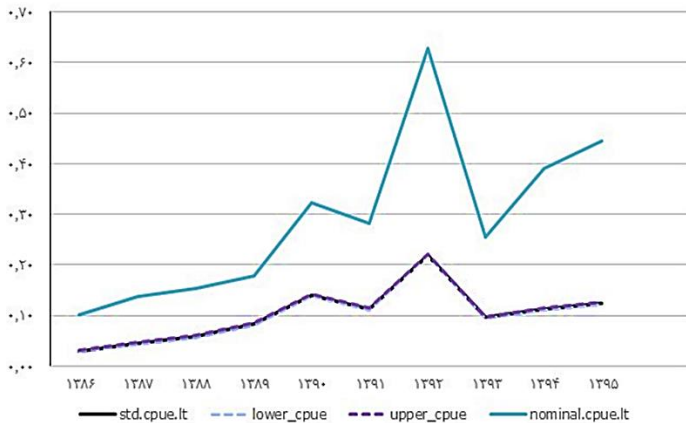
جدول ۱: تجزیه واریانس متغیرهای توضیحی در داده‌های CPUE استاندارد شده تون هوور دریای عمان به روش خطی عمومی (GLM) از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵

| مقدار P    | مقدار t | خطای استاندارد | محاسبه شده estimated | ضرایب coefficient    |
|------------|---------|----------------|----------------------|----------------------|
| P<0.001    | -۶۳,۴۶۸ | ۰,۰۴۲۶۴        | -۲,۷۰۶               | عرض از مبدا          |
| بدون تأثیر | ۱,۰۸۹   | ۰,۰۴۶۶۵        | ۰,۰۵۰۷۹              | ۱۳۸۷                 |
| P<0.001    | ۷,۹۷۷   | ۰,۰۴۶۳۴        | ۰,۳۶۹۷               | ۱۳۸۸                 |
| P<0.001    | ۱۲,۹۴۲  | ۰,۰۴۵۵۹        | ۰,۵۹۰۰               | ۱۳۸۹                 |
| P<0.001    | ۲۰,۲۳۷  | ۰,۰۴۳۲۱        | ۰,۸۷۴۴               | ۱۳۹۰                 |
| P<0.001    | ۱۷,۰۷۴  | ۰,۰۴۰۳۰        | ۰,۶۸۸۰               | ۱۳۹۱                 |
| P<0.001    | ۲۸,۲۸۴  | ۰,۰۴۴۲۳        | ۱,۲۵۱                | ۱۳۹۲                 |
| P<0.001    | ۱۲,۶۸۷  | ۰,۰۴۲۲۱        | ۰,۵۳۵۵               | ۱۳۹۳                 |
| P<0.001    | ۱۵,۲۶۳  | ۰,۰۴۳۳۸        | ۰,۶۶۲۱               | ۱۳۹۴                 |
| P<0.001    | ۱۷,۴۲۶  | ۰,۰۴۴۲۴        | ۰,۷۷۰۹               | ۱۳۹۵                 |
| P<0.001    | ۱۱,۲۹۹  | ۰,۰۳۷۷۵        | ۰,۴۲۶۵               | اردیبهشت             |
| P<0.001    | ۱۰,۵۰۹  | ۰,۰۴۰۱۱        | ۰,۴۲۱۶               | خرداد                |
| P<0.001    | ۶,۱۲۷   | ۰,۰۴۷۳۲        | ۰,۲۹۰۰               | تیر                  |
| P<0.001    | ۵,۷۵۴   | ۰,۰۴۲۲۸        | ۰,۲۴۳۳               | مرداد                |
| P<0.001    | -۵,۸۵۴  | ۰,۰۳۸۸۲        | -۰,۲۲۷۲              | شهریور               |
| P<0.001    | -۸,۶۵۴  | ۰,۰۳۹۳۰        | -۰,۳۴۰۲              | مهر                  |
| P<0.01     | -۱۳,۲۰۳ | ۰,۰۳۸۹۳        | -۰,۵۱۳۹              | آبان                 |
| P<0.01     | -۵,۸۶۹  | ۰,۰۴۸۸۷        | -۰,۲۸۶۸              | آذر                  |
| بدون تأثیر | ۰,۳۰۶   | ۰,۰۵۱۲۵        | ۰,۰۱۵۶               | دی                   |
| P<0.001    | -۳,۸۷۸  | ۰,۰۵۰۶۷        | -۰,۱۹۶۵              | بهمن                 |
| بدون تأثیر | ۰,۸۲۵   | ۰,۰۵۲۶۷        | ۰,۰۴۳۴               | اسفند                |
| بدون تأثیر | -۰,۷۶۲  | ۰,۰۰۰۲۴۸۷      | ۰,۰۰۰۱۸۹۷            | تناژ شناور           |
| بدون تأثیر | ۰,۱۹۴   | ۰,۰۰۰۳۸۷۸      | ۰,۰۰۰۰۷۵۳۴           | ارتفاع تورهای گوشگیر |

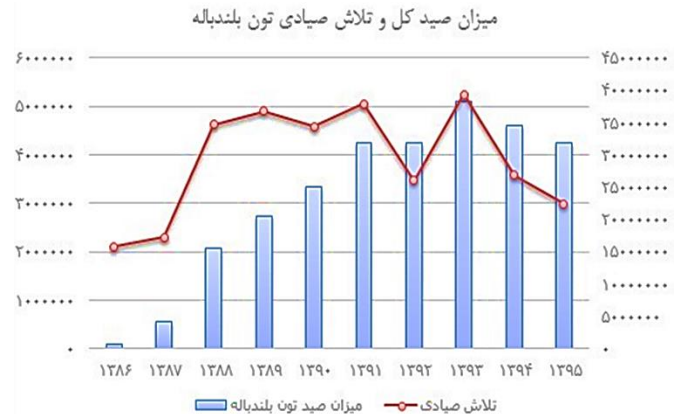
خطای باقی‌مانده‌ها توزیع نرمال را نشان می‌دهد و در نمودار Q-Q باقی‌مانده‌ها روی خط ۴۵ درجه قرار دارند (شکل ۳)، بنابراین مدل خطی عمومی روش مناسبی برای استاندارد کردن داده‌های صید به‌ازاء واحد تلاش تون هوور بوده است.

شاخص فراوانی ماهیانه تون هوور نشان می‌دهد صید این گونه در نیمه اول سال هم‌زمان با وقوع فصل تخم‌ریزی و مانسون و در ماه‌های اردیبهشت و خرداد بیش‌ترین مقدار را دارد (شکل ۴). میزان صید تون هوور در انتهای فصل گرما رو به کاهش رفته است درحالی‌که در انتهای فصل سرما روند افزایشی نشان داد.





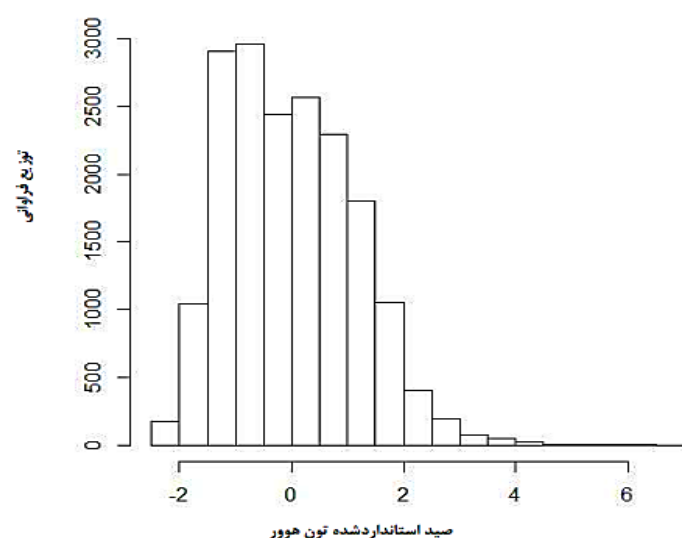
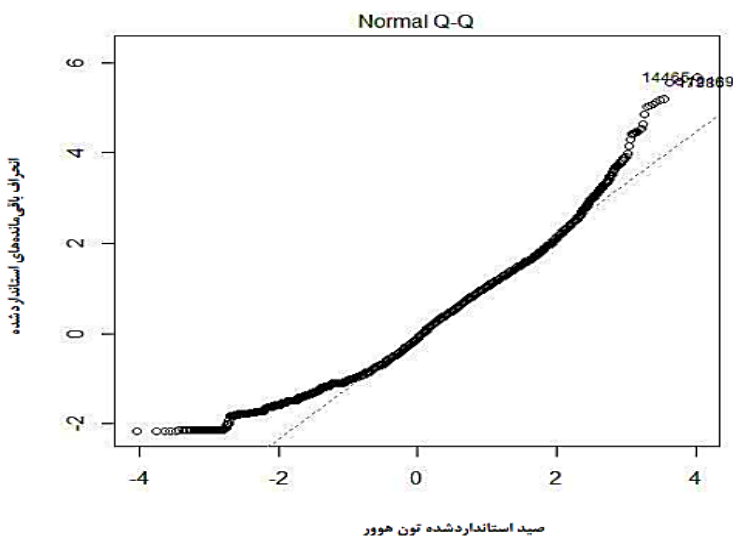
شکل ۲: نمودار CPUE مشاهداتی (خط بالایی) و استاندارد شده به روش خطی عمومی GLM (خط پایین) به همراه محدوده ۹۵٪ اطمینان آن (خط چین) در صید گوسگیر تون هوور دریای عمان از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵



شکل ۱: نمودار مقدار وزنی (کیلوگرم) تون هوور صید شده توسط ناوگان گوسگیر ایران و تلاش صیادی صورت گرفته در نمونه‌های ثبت شده (تقریباً ۱۰ درصد از تلاش کل صیادی) از آب‌های ساحلی دریای عمان در استان سیستان و بلوچستان در طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵

جدول ۲: شاخص‌های صید به‌ازاء واحد تلاش (CPUE) استاندارد شده به روش خطی عمومی (GLM) در صید گوسگیر تون هوور دریای عمان در طی ۱۰ سال (۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵)

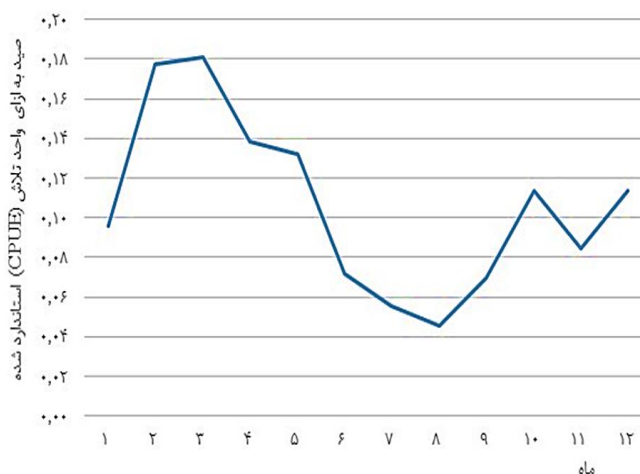
| سال  | CPUE<br>استاندارد شده | حد پایینی<br>CPUE | حد بالایی<br>CPUE | انحراف معیار | ضریب تغییرات | CPUE<br>مشاهداتی |
|------|-----------------------|-------------------|-------------------|--------------|--------------|------------------|
| ۱۳۸۶ | ۰,۰۳۰۰۷۷۴             | ۰,۰۲۹۱۵۹۵۲        | ۰,۰۳۰۹۹۵۲۱        | ۰,۰۱۶۱۷۸۷۸   | ۰,۵۳۷۹۰۵۴    | ۰,۱۰۲۴۷۲۴۷۱      |
| ۱۳۸۷ | ۰,۰۴۴۸۷۰۱             | ۰,۰۴۳۵۳۵۶۵        | ۰,۰۴۶۲۰۴۵۷        | ۰,۰۲۴۶۲۰۲۱   | ۰,۵۴۸۶۹۹۶    | ۰,۱۳۷۹۴۰۶۱۴      |
| ۱۳۸۸ | ۰,۰۵۸۰۲۰۵             | ۰,۰۵۶۳۴۹۹۹        | ۰,۰۵۹۶۰۹۰۶        | ۰,۰۳۱۴۶۱۱۷   | ۰,۵۴۲۲۴۲۶    | ۰,۱۵۳۹۰۵۴۲۱      |
| ۱۳۸۹ | ۰,۰۸۳۱۸۵۳             | ۰,۰۸۱۲۵۷۰۵        | ۰,۰۸۵۱۱۳۵۱        | ۰,۰۳۷۱۱۹۴۲   | ۰,۴۴۶۲۲۵۹    | ۰,۱۷۸۴۲۴۲۹۲      |
| ۱۳۹۰ | ۰,۱۴۰۲۶۵۹             | ۰,۱۳۷۸۸۸۵         | ۰,۱۴۲۶۴۳۴         | ۰,۰۵۳۶۰۰۴۳   | ۰,۳۸۲۱۳۴۴    | ۰,۳۲۲۹۹۰۲۳۵      |
| ۱۳۹۱ | ۰,۱۱۳۰۳۹۶             | ۰,۱۱۱۴۶۰۹         | ۰,۱۱۴۶۱۸۲         | ۰,۰۴۴۴۵۷۲    | ۰,۳۹۳۲۸۸۹    | ۰,۲۸۱۴۱۶۵۶۴      |
| ۱۳۹۲ | ۰,۲۱۸۳۶۰۳             | ۰,۲۱۴۶۴۹۶         | ۰,۲۲۲۰۷۰۹         | ۰,۰۷۸۸۷۱۸۸   | ۰,۳۶۱۲۰۰۷    | ۰,۶۲۷۵۱۴۹۱۲      |
| ۱۳۹۳ | ۰,۰۹۶۱۲۹۵             | ۰,۰۹۴۵۷۵۸۵        | ۰,۰۹۷۶۸۳۲         | ۰,۰۳۸۹۷۶۴۶   | ۰,۴۰۵۴۵۷۷    | ۰,۲۵۴۰۲۳۵۰۷      |
| ۱۳۹۴ | ۰,۱۱۲۸۵۸۷             | ۰,۱۱۰۸۲۷۴         | ۰,۱۱۴۸۹۰۱         | ۰,۰۴۴۵۳۷۶    | ۰,۳۹۴۶۳۱۴    | ۰,۳۹۱۵۳۸۲۱       |
| ۱۳۹۵ | ۰,۱۲۴۵۰۵۹             | ۰,۱۲۱۹۷۴۱         | ۰,۱۲۷۰۳۷۷         | ۰,۰۵۳۴۸۷۸۸   | ۰,۴۲۹۶۰۱۲    | ۰,۴۴۴۴۳۳۲۰۱      |



شکل ۳: نمودار توزیع فراوانی باقی‌مانده‌ها (راست) یک توزیع نرمال با میانگین صفر و یک را نشان می‌دهد؛ نمودار Q-Q با ساختار خطای لوگ نرمال نشان می‌دهد باقی‌مانده‌ها روی خط ۴۵ درجه قرار دارند.



واحد تلاش مشاهداتی دارد، که نشان می‌دهد مدل خطی اثر متغیرهای توضیحی را حذف کرده است. فاکتورهای سال و ماه در مدل استاندارد سازی اثر معنی‌دار نشان دادند اما افزایش تناژ شناور صیادی و ارتفاع تورهای گوشگیر، به‌طور معنی‌داری سبب افزایش مقدار صید به‌ازاء واحد تلاش تون هوور نشده است (جدول ۱). در مطالعه استانداردسازی انجام شده در دریای عمان (Al-Siyabi و همکاران، ۲۰۱۴) متغیرهای توضیحی سال، فصل و تعداد خدمه اثر معنی‌داری بر داده‌های CPUE تون هوور صید شده به‌روش گوشگیر سطحی داشته است. هم‌چنین در مطالعه آن‌ها شاخص فراوانی نسبی سالیانه از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹ کاهش یافته و پس از آن تا سال ۲۰۱۳ ثابت بوده است. اما در این مطالعه شاخص فراوانی نسبی تون هوور از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۲ (معادل ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۳ میلادی) روند افزایشی طی کرده است. در تنها مطالعه استانداردسازی صید به‌ازاء واحد تلاش تون هوور در صید گوشگیر آب‌های جنوبی ایران (خلیج فارس و دریای عمان) به‌روش خطی عمومی (Fu و همکاران، ۲۰۱۹)، شاخص فراوانی نسبی از سال ۲۰۱۲ تا سال ۲۰۱۷ کاهش قابل توجهی داشته است. این کاهش ممکن است به‌دلیل تغییر گونه هدف صیادان بسته به شرایط بازار و یا رفتار شنا (Bottom Dwelling) و یادگیری تون هوور باشد. دما و عوامل وابسته به دما مثل ترموکلاین، جریانات دریایی و جریانات thermal fronts (جریانات عمودی یا افقی که به‌دلیل برخورد دو توده آب سطحی با دمای مختلف در مناطق کرانه‌ای و مرزی به‌وجود می‌آیند) نقش بسیار مهمی در پراکنش و مهاجرت تون ماهیان دارند. مطالعات ماهواره‌ای در سواحل گوجارات (Gujarat) در غرب اقیانوس هند نشان داد که بهترین دمای سطح آب برای صید تون ماهیان ۲۷ تا ۲۹ درجه می‌باشد (Beenakumari و همکاران، ۱۹۹۳)، در مطالعه دیگر این مقدار ۲۵/۵۶ درجه سانتی‌گراد در دریای ژاپن بوده است (Kajikawa و Mohri، ۲۰۱۴). بنابراین در مطالعات آینده می‌توان از دما، شوری و اکسیژن به‌عنوان فاکتورهای محیطی که روی پراکنش مکانی و زمانی ماهیان تأثیرگذار می‌باشند در مدل‌های خطی عمومی براساس زیستگاه (Habitat Based Model) (Standard-GLM-HBM) استفاده کرد (Chen و Nishida، ۲۰۰۴). بیش‌ترین مقدار صید تون هوور در نیمه اول سال و در ماه‌های اردیبهشت و خرداد انجام شده است (شکل ۴)، که مطابق با فصل بادهای موسمی و تخم‌ریزی این گونه در دریای عمان می‌باشد. اوج تخم‌ریزی تون هوور در خلیج فارس و دریای عمان از اواسط تیر ماه تا اوایل شهریور است (شوقی، ۱۳۷۱). در مطالعه دیگر در سواحل کشور عمان فصل تخم‌ریزی تون هوور از می تا آگوست (مطابق با اواسط اردیبهشت تا اوایل شهریور) و اوج آن در ژولای (تیر ماه) گزارش شد (Al-Siyabi و همکاران، ۲۰۱۴). بنابراین اوج فشار صید در ۲ ماهه ابتدای فصل تخم‌ریزی روی ذخیره



شکل ۴: تغییرات ماهانه صید به‌ازاء واحد تلاش (CPUE) استاندارد شده به روش خطی عمومی در صید تون هوور به‌روش گوشگیر در دریای عمان از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵

## بحث

تون ماهیان گونه‌هایی با مهاجرت بسیار بالا هستند که اغلب مایل‌ها دور از ساحل یافت می‌شوند بنابراین جمع‌آوری اطلاعات راجع به آن‌ها نیاز به صرف وقت و هزینه زیاد است. به همین دلیل با این‌که صید این گونه‌های مهم تجاری در جهان رو به کاهش است اطلاعات کمی راجع به الگوی فراوانی و تنوع آن‌ها وجود دارد (Pillai و Satheshkumar، ۲۰۱۲). اغلب داده‌های جمع‌آوری شده مربوط به داده‌های صید و تلاش صیادی است که ممکن است گرایش‌دار (biased)، نادرست و بی‌کیفیت باشند. بنابراین ضروری است داده‌های CPUE قبل از استفاده در مدل‌های ارزیابی ذخایر استاندارد شوند تا اثر تمام فاکتورهای متغیر و انحرافات از آن‌ها حذف گردد. در نهایت اثر سال از خروجی مدل به‌عنوان شاخص فراوانی نسبی در مدل‌های جمعیتی استفاده می‌شود تا شاخص‌های بیولوژیکی مدیریت صید مانند حداکثر محصول قابل برداشت MSY برآورد گردند (Abear، ۲۰۰۹). اما متأسفانه تا کنون در ایران تنها یک مطالعه استانداردسازی داده‌های صید به‌ازاء واحد تلاش صورت گرفته و این موضوع کم‌تر مورد توجه بوده است. مطابق شکل ۱ تلاش صیادی در نمونه‌های ثبت شده (معادل ۱۰ درصد تلاش کل صیادی) در سال ۱۳۸۷ زیاد اما مقدار صید کم بوده است، درحالی‌که در سال انتهای مطالعه با افزایش تنها ۳۰ درصد تلاش صیادی نسبت به سال ۱۳۸۷، مقدار صید بیش از ۷ برابر افزایش یافته که می‌تواند به‌دلیل افزایش کارایی ادوات صیادی، افزایش ذخایر تون هوور در این مناطق و یا انجام تلاش صیادی در مناطق پرتراکم ذخایر این گونه باشد. صید به‌ازاء واحد تلاش صیادی استاندارد شده تغییرات کم‌تری نسبت به صید به‌ازاء

- F. and Smith Vaniz, W.F., 2015. *Thunnus tonggol*. The IUCN red list of threatened species 2015: e. T170351A57243599. <http://www.iucnredlist.org/details/full/170351/26>.
۱۱. Darvishi, M.; Paighambari, S.Y.; Ghorbani, A.R. and Kaymaram, F., 2018. Population assessment and yield per recruit of Longtail Tuna (*Thunnus tonggol*) in Northern of the Persian Gulf and Oman Sea (Iran, Hormozgan Province). Iranian Journal of Fisheries Sciences. Vol. 17, No. 4, pp: 776-789. DOI: 10.22092/ijfs.2018.116992.
  ۱۲. FAO. 1993. Fisheries Series No.40. Fisheries Statistics Series No. 111, 72 p.
  ۱۳. Froese, R. and Pauly, D.E., 2018. FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version 09/2018.
  ۱۴. Fu, D.; Nergi, S.K. and Rajaei, F., 2019. CPUE Standardizations for Neritic Tuna Species Using Iranian Gillnet Data 2008-2017. IOTC-2019-WPNT-17.
  ۱۵. Glazer, J.P. and Butterworth, D.S., 2002. GLM-based standardization of the catch per unit effort series for South African west coast hake, focusing on adjustments for targeting other species. South African Journal of Marine Science. Vol. 24, pp: 323-339.
  ۱۶. Griffiths, S.P., 2010. Stock assessment and efficacy of size limits on Longtail Tuna (*Thunnus tonggol*) caught in Australian waters. Fisheries Research. Vol. 102, pp: 248-257.
  ۱۷. Gulland, J.A., 1983. Fish Stock Assessment: A Manual of Basic Methods. (Wily: New York.)
  ۱۸. Hilborn, R. and Walters, C.J., 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty. Chapman and Hall, New York. 570 p.
  ۱۹. Hinton, M.G. and Maunder, M.N., 2004. Methods for standardizing CPUE how to select among them. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. Vol. 56, No. 1, pp: 169-177.
  ۲۰. IFO. 2016. Iran (Islamic Republic of) National Report to the Scientific committee of the Indian Ocean Tuna Commission, 2016. IOTC-2016-SC19-NR11. 22 p.
  ۲۱. IOTC Sectariat. 2017. Assessment of Indian Ocean Longtail Tuna (*Thunnus tonggol*) using data-limited methods. IOTC-2017-WPNT07-15 Rev\_1.
  ۲۲. IUCN. 2015. IUCN red list of threatened species (ver. 2017.2). Available at: <http://www.iucnredlist.org>.
  ۲۳. Khorshidi Nergi, S., 2014. A Review of Iran Fisheries data and statistics with emphasis tuna fishes. IOTC-2014 WPDCS10-12 Rev\_2.
  ۲۴. Kumari, B.; Raman, M.; Narain, A. and Sivaprakasam, T.E., 1993. Satellite remote sensing for tuna fishing in Indian waters. In: Sudarsan, D. and John, M. E. (Eds.). Tuna research in India. pp: 157-166.
  ۲۵. Maunder, M.N. and Punt, A.E., 2004. Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches. Fisheries Research. Vol. 70, pp: 141-159.
  ۲۶. Mohri, M. and Kajikawa, Y., 2014. Ecology of bluefin tuna and longtail tuna in the Sea of Japan based on mathematical and physical fisheries science consideration using chi-square test, cluster analysis, and linear discriminant analysis. Mathematical and Physical Fisheries Science. Vol. 11, pp: 22-43.
  ۲۷. Naderi, R.A., 2017. Importance of Neritic Tuna catch in I.R. Iran capture fishery. IOTC-2017-WPNT07-09.
  ۲۸. Nelder, J.A. and Wedderburn, R.W.M., 1972. Generalized linear models. Journal of Royal Statistical Society Series A. Vol. 137, pp: 370-384.
  ۲۹. Nishida, T. and Chen, D.G., 2004. Incorporating spatial autocorrelation into the general linear model with an application to the Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*)

اعمال می‌شود، در صورتی که فصل صید تون ماهیان در شمال غربی اقیانوس هند از سپتامبر تا می یعنی قبل از آغاز فصل تخم‌ریزی و اوج آن در اکتبر تا دسامبر است، (Pillai و همکاران، ۲۰۰۳). واضح است که CPUE تون هوور گرایش فصلی دارد به‌طوری که در فصل گرم (بهار و تابستان) نرخ صید بیش‌تر و در فصل سرد سال (پاییز و زمستان) نرخ صید کم‌تری داشته است. هم‌چنین در مطالعه دیگری (درویشی و همکاران، ۱۳۸۲) نشان دادند بیش‌ترین میزان صید هوور در استان هرمزگان در اردیبهشت ماه بوده که بیش از ۳۰ درصد صید کل این گونه است و در زمستان صید کم‌تری انجام می‌شود.

## منابع

۱. درویشی، م.؛ کی‌مرام، ف.؛ طالب‌زاده، س.ع. و بهزادی، س.، ۱۳۸۲. بررسی ذخائر پنج گونه از تون ماهیان در استان هرمزگان سال‌های ۱۳۷۶-۷۷ و ۷۸. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۷۶-۰۷۱۰۳۲۱۰۰۰-۰۶.
۲. شوقی، ح.، ۱۳۷۱. بررسی زیستی تون ماهیان. انتشارات زیستگاه تحقیقاتی آب‌های دور. ۷۵ صفحه.
۳. لایقی، ب.؛ قادر، س.؛ علی‌اکبری‌بیدختی، ع. و آزادی، م.، ۱۳۹۶. حساسیت‌سنجی شبیه‌سازی‌های مدل WRF به پارامترسازی‌های فیزیکی در محدوده خلیج فارس و دریای عمان در زمان مونسون تابستانی. مجله ژئوفیزیک ایران. دوره ۱۱، شماره ۱، صفحات ۱ تا ۱۹.
۴. Abear, S.M., 2009. Comparisons of Boosted Regression Tree, GLM and GAM performance 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.
۵. Al-Siyabi, B.; Al-Kharusi, L.; Nishida, T. and Al-Busaidi, H., 2014. Standardization of Longtail Tuna (*Thunnus tonggol*) catch rates of drift gillnet fisheries in Sultanate of Oman. IOTC-2014-WPNT04-28.
۶. Battaile, B.C. and Quinn, T.J., 2004. Catch per unit effort standardization of the eastern Bering Sea walleye Pollock (*Theragra chalcogramma*) fleet. Fisheries Research. Vol. 70, pp: 161-177.
۷. Botsford, L.W.; Castilla, J.C. and Peterson, C.H., 1997. The management of fisheries and marine ecosystems. Science. Vol. 277, pp: 509-515.
۸. 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 Vol. 75, pp: 679-689.
۹. Collette, B.B., 2001. Scombridae. Tunas (also, Albacore, Bonitos, Mackerels, Seerfishes, and Wahoo). P3721-3756. In Carpenter, K.E. and Niem, V., (eds). FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the western central Pacific. Vol 6. Bony fishes part4 (Labridae to Latimeriidae), estuarine crocodiles, FAO, Rome. Data Programme-SIDP, FAO-FIGIS.
۱۰. Collette, B.B.; Abdulghader, E.; Alam, S.; Alghawzi, Q.; Bishop, J.; Hartmann, S.; Kaymaram,



- Longline CPUE data. Fisheries Research. Vol. 70, pp: 265-274.
۳۰. **Parsapoor, R., 2013.** Persian Gulf Science and Technology Park. [http://www.pgstp.ir/uploads/PGSTP\\_English\\_trans-1.png](http://www.pgstp.ir/uploads/PGSTP_English_trans-1.png).
۳۱. **Pierre, L.; Geehan, J. and Herrera, M., 2014.** Review of the statistical data available for bycatch species. IOTC-2014 WPNT04-07. Rev\_1. pp: 17-19.
۳۲. **Pillai, N.G. and Satheeshkumar, P., 2012.** Biology, Fishery, Conservation and Management of Indian Ocean Tuna Fisheries. Ocean Science Journal. Vol. 47, No. 4, pp: 411-433. DOI: 10.1007/s12601-012-0038-y.
۳۳. **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. Vol. 70, No. 6, pp: 2738-2762.
۳۴. **Venables, W.N. and Dichmont, C.M., 2004.** GLMs, GAMs and GLMM: an overview of theory for applications in fisheries research. Fisheries Research. Vol. 70, pp: 319-337.
۳۵. **Yesaki, M., 1994.** A review of the biology and fisheries for Longtail Tuna (*Thunnus tonggol*) in the Indo-Pacific region. FAO Fisheries Technical paper. Vol. 336, pp: 370-387.



## Standardizing CPUE of Longtail Tuna (*Thunnus tonggol*) caught by Gillnet Fisheries fleet of Iranian waters of the Oman Sea using General Linear Model (GLM)

- **Seyed Hesam Kazemi\***: Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
- **Seyed Yousef Peyghambari**: Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
- **Parviz Zare**: Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
- **Saeid Gorgin**: Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: July 2019

Accepted: October 2019

**Key words:** Gillnet, Longtail Tuna, Standardized CPUE, General Linear Model

### Abstract

Longtail Tuna (*Thunnus tonggol*) is one of the most important Commercial and Neritic fish species which are widely distributed throughout neritic tropical and temperate waters of Indo-Pacific. The aim of this study was to determine relative index of abundance of Longtail 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 year and month as explanatory variables influence CPUE significantly in GLM model with lognormal error distribution, but the increasingly effect of vessel tonnage and net height were not significant. Relative index of abundance of Longtail Tuna has shown increasing trend from 2007 to 2016 with the highest pick in 2013, that is shown catch rate can increase by raising catch effort. There is a seasonal trend in standard CPUE of Longtail Tuna with the highest catch rate in warm season. Monthly relative index of abundance has shown highest catch rate occurred in May and June.

---

\* Corresponding Author's email: hesam\_pep@yahoo.com

