دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی شناسی کاربردی"
دوره ششم، شماره اول، بهار ۹۷
http://jair.gonbad.ac.ir

ارتباط بین پراکنش ماهی تون هوور مسقطی *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758) صید شده توسط پرساینرهای ایرانی و متغیرهای محیطی در اقیانوس هند

علی حقی وایقان[۱]، رسول قربانی[۲*]، سیدیوسف پیغمبری[۲]، مینگ ان لی[۳]، دیوید کاپلان[۴]، باربارا بلاک[۵]

[۱]دانش آموخته دکتری تخصصی بوم شناسی آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[۲]دانشیارگروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[۳] استاد گروه زیست‌شناسی محیطی و علوم شیلاتی، دانشگاه ملی اقیانوس تایوان، تایوان
[۴]دانشیار موسسه علوم دریایی ویرجینیا، کالج ویلیام و ماری، آمریکا
[۵] استاد ایستگاه دریایی هابکینز، دانشکده علوم، دانشگاه استنفورد، آمریکا

تاریخ ارسال: ۹۵/۱۰/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱/۱۹

چکیده

ارتباط بین متغیرهای محیطی و گونه مورد مطالعه از مهمترین مباحث در بوم شناسی آبزیان است. در این مطالعه ارتباط متغیرهای زمانی، مکانی بهمراه متغیرهای محیطی حاصل از تصاویر ماهواره‌ای جهت بررسی پراکنش و تسهیل در اجرای مدیریت اکوسیستم محور در آبهای اقیانوس هند و مدیریت بهتر ذخایر ماهی تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از مدل جمعی تعمیم یافته (GAM) با دو توزیع گاوسی و دوجمله‌ای نشان داد متغیرهای زمانی و مکانی به همراه متغیرهای تولید اولیه خالص، دما و شوری سطحی آب دریا، عمق لایه مخلوط شونده و جریانات اقیانوسی بیشترین تأثیر را در پراکنش این گونه در فصول گرم (نیمه اول سال) و سرد (نیمه دوم سال) داشتند. همچنین نتایج مقایسه دو مدل نشان داد مدل با توزیع دوجمله ای به نسبت توزیع گاوسی توانایی بالاتری در توضیح انحراف در مدل نهایی را دارد و مقدار آن در نتایج مربوط به نیمه اول سال (فصل گرم) در مقایسه با فصل سرد بالاتر بود. همچنین مطالعه شاخص مطلوبیت زیستگاهی نشان داد مطلوبیت برخی متغیرها در فصول سرد و گرم متفاوت می‌باشد که این موضوع باید در مطالعات آتی در نظر گرفته شود. باتوجه به اینکه اولین قدم در اجرای رویکرد مدیریت اکوسیستم محور

*نویسنده مسئول: rasulghorbani@gmail.com

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

شیلاتی دانش کافی در مورد آن اکوسیستم و پراکنش گونه مورد مطالعه در ارتباط با متغیرهای محیطی است، لذا این تحقیق می‌تواند به شناورهای صنعتی کشور در امر افزایش کارایی صید کمک نماید و در برنامه ریزی و اجرای مدیریت اکوسیستم محور در اقیانوس هند و به ویژه مدیریت آتی شیلات کشورمان مورد استفاده مدیران و محققین قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ***K. pelamis*، اقیانوس هند، مدلسازی پراکنش، مدیریت اکوسیستم محور شیلاتی**

مقدمه

تون ماهیان جزء تجاری‌ترین گونه‌های قابل استحصال در اقیانوس‌ها به‌ویژه اقیانوس هند می‌باشند؛ به‌طوریکه به‌دلیل اهمیت اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی بسیاری از محققین و شرکت‌های تجاری صیادی و مدیران در سطح کلان را به‌خود جلب کرده است. ماهی تون هوور مسقطی (*Katsuwonus pelamis*) از جمله مهمترین گونه‌های تجاری است که در سراسر اقیانوس‌های آرام، اطلس و هند در مناطق حاره‌ای و نیمه‌حاره‌ای پراکنش دارد (Grande *et al.*, 2014). این گونه حدود نیمی از میزان استحصال تون ماهیان حاره‌ای در اقیانوس هند را با میزان بیش از ۳۱۵ هزار تن در سال ۲۰۱۲ به خود اختصاص داده است (IOTC, 2013)، بهرحال در سال‌های اخیر ذخایر آن با استحصال بیش از ظرفیت روبرو شده است (Arrizabalaga *et al.*, 2012) به‌طوریکه از سال ۲۰۰۷ کاهش چشمگیر در میزان صید و میانگین وزن صید شده بیانگر آسیب به ذخایر این گونه با ارزش در اقیانوس هند می‌باشد (IOTC, 2013).

ماهی تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) بسیار مهاجر است و سریع‌تر از سایر تون ماهیان مناطق حاره‌ای اقیانوس هند به بلوغ رسیده و به‌علاوه بیشتر در قسمت‌های سطحی و غربی اقیانوس هند پراکنش دارد. همین موضوع منجر شده است بیشتر صید در آن مناطق با استفاده از شناورهای پرساینر صنعتی و نیمه صنعتی صورت گیرد (Kaplan *et al.*, 2014). این گونه نیز همانند سایر گونه‌های اقیانوسی متأثر از فاکتورهای محیطی از جمله جریانات اقیانوسی، درجه حرارت، شوری، میزان دسترسی غذا و اکسیژن محلول و سایر فاکتورهای محیطی می‌باشد (Mugo *et al.*, 2010).

در سال‌های اخیر توسعه ناهماهنگ استفاده از منابع اقیانوس‌ها و دریاها به‌همراه رشد سریع جمعیت در سواحل باعث تشدید تخریب اکوسیستم‌های دریایی شده است. منابع دریایی در سطح جهانی در نتیجه عدم مدیریت کافی در حال کاهش هستند، به‌طوریکه امکان حفظ سلامت و بهره‌برداری پایدار از منابع را با خطر مواجه می‌نماید (Foley *et al.*, 2010). به‌منظور حفاظت و مدیریت منابع مذکور، از جمله راه‌حل‌های ارائه شده کاهش صید (Worm *et al.*, 2009) و حفاظت مناطق حساس می‌باشد (Thrush and Dayton, 2010). بهرحال برای رسیدن به مدیریت جامع و یکپارچه

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

منابع، مدیریت فراگیر در سطوح اکوسیستم‌های با مقیاس کوچک تا ابعاد جهانی مورد نیاز است. از جمله مهمترین رویکردها می‌توان به مدیریت اکوسیستم محور شیلاتی (EBFM[1]) اشاره نمود که توجهات محققین و مدیران اجرایی را جهت مدیریت کاربردی و موثر اکوسیستم جلب نموده است (Pikitch *et al.*, 2004). بهرحال باید توجه داشت اجرای مدیریت اکوسیستم محور شیلاتی نیازمند دانش کافی آن اکوسیستم و به‌ویژه زیستگاه مطلوب گونه هدف و پراکنش آن در ارتباط با متغیرهای محیطی است (Thrush and Dayton, 2010). به‌علاوه اطلاع از پراکنش گونه مورد مطالعه و ارتباطات محیطی به‌همراه سایر شاخصه‌های اکولوژیک برای حفاظت و مدیریت آن گونه بسیار ضروری است (Hermosilla *et al.*, 2011). بهره‌گیری از مدل‌های شاخص مطلوبیت زیستگاهی (Haghi Vayghan *et al.*, 2016a; Haghi Vayghan *et al.*, 2013) و مدل‌های پیش‌بینی کننده پراکنش جهت مطالعه، ارزیابی و بررسی گونه مورد مطالعه در زیستگاه آن به‌طور چشمگیری گسترش یافته است (Valavanis *et al.*, 2008). این مدل‌ها به‌عنوان یک ابزار کارآمد در کمک به مدیران در امر مدیریت و حفاظت از اکوسیستم دارای نقاط قوت و ضعف نیز می‌باشند (Haghi Vayghan *et al.*, 2016b). بهرحال بررسی‌ها نشان داده است مزایای روش‌های مذکور در به ترسیم کشیدن وضعیت گذشته، حال و آینده آن گونه(ها) برای مدیران اهمیت زیادی دارد. به‌طور کلی، مدل‌سازی شاخص مطلوبیت زیستگاه در واقع یک تکنیک جهت تخمین پراکنش یا فراوانی یک گونه از طریق ارتباط بین داده‌های زیستگاه و محیط با داده‌های حاصل از حضور یا عدم حضور گونه مورد نظر است (Brown *et al.*, 2000; Morris and Ball, 2006) و حاصل ادغام شاخص‌های مطلوبیت (SI)[2] برای گونه مورد نظر می‌باشد. مدل‌های مطلوبیت زیستگاه در مطالعه پراکنش و مدیریت ماهی سفید (Haghi Vayghan *et al.*, 2013; Haghi Vayghan *et al.*, 2016b) و زالون (Haghi Vayghan *et al.*, 2016a) و همچنین تون ماهیان (Mugo *et al.*, 2010; Mugo *et al.*, 2014) به‌کار برده شده است.

به‌طور کلان استفاده مؤثر از مدیریت مکانی در آب‌های پلاژیک اکوسیستم‌های اقیانوسی در نتیجه ناکافی بودن اطلاعات، عدم مدیریت‌های کلان یکپارچه و قابلیت بالای حرکت گونه‌های این حوزه، چالشی را برای مدیریت منابع شیلاتی آن حوزه ایجاد نموده است (Kaplan *et al.*, 2014). در هر صورت مزایای مدیریت مکانی در اکوسیستم پلاژیک از قبیل ایجاد مناطق حفاظت شده و یا تنظیم زمان صید و مناطق دارای محدودیت توجهات زیادی را به‌خود جلب کرده است (Game *et al.*, 2009; Sumaila *et al.*, 2007). به‌طورکلی به‌دلیل منابع محدود در مدیریت مکانی اقیانوس‌ها، بحث‌های فعال متعددی در خصوص قابلیت مدیریت مکانی آب‌های اقیانوسی پلاژیک که بسیار پویا در بعد زمان و

1. Ecosystem based fishery management
2. Suitability indices

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

مکان هستند، درحال انجام است (Kaplan *et al.*, 2014; Sibert *et al.*, 2012). از سوی دیگر مدیریت مکانی اکوسیستم‌های پلاژیک نیز در ابتدای مسیر خود است؛ به‌طوریکه مطالعات اندکی در مقیاس اقیانوسی و جهانی دیده می‌شود (Kaplan *et al.*, 2014). از بُعد دیگر بحث تغیرات اقلیم و گرم شدن کره زمین قطعاً اولین تأثیر را در اکوسیستم‌های پلاژیک به‌خصوص گونه‌های سطحزی و به‌ویژه نوزادان آن (به‌دلیل حساسیت بالا) خواهد گذاشت (Jayasundara *et al.*, 2013). اگرچه تون ماهیان همانند سایر گونه‌های سطحزی قابلیت سازگاری با شرایط را دارند، اما عنوان شده شاخص‌های تغیرات اقلیم و اقیانوسی اثراتی را روی میزان صید و صید به ازای واحد تلاش (CPUE) از لحاظ مکانی زمانی در سایر گونه‌ها داشته است (Lan *et al.*, 2013). لذا، بررسی و پیش‌بینی ارتباط متغیرهای محیطی با گونه‌های تجاری با اهمیت بالا در اهمیت مدیریت اکوسیستم محور حوزه پلاژیک اقیانوسی را دوچندان خواهد نمود.

اقیانوس هند از جمله اکوسیستم‌های مورد پراکنش تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) با قرارگیری در طول جغرافیایی ۴۰ تا۱۲۰ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۴۰ درجه جنوبی تا ۲۰ درجه شمالی یک منطقه مطالعاتی جذاب را برای بررسی مدیریت مکانی (و به‌ویژه مدیریت اکوسیستم محور)، محدوده‌های صیادی، تغیرات ذخایر و جمعیت سطح زیان درشت فراهم می‌کند. همانند دیگر مناطق اقیانوسی، اقیانوس هند نیز در معرض استحصال بیش از ظرفیت و عدم مدیریت شیلانی مؤثر قرار دارد. ایران جزء ۳۲ کشور عضوکمیسیون تون ماهیان اقیانوس هند (آی او تی سی[1]) می‌باشد؛ به‌طوری‌که سهم ایران ۱۳ درصد از میزان صید با حدود ۲۷۰ هزار تن صید سطح زیان درشت و ۱۵/۵ درصد از سهم تعداد شناور مجاز فعال در اقیانوس هند و دریای مکران می‌باشد. اما بهرحال سهم شناورهای صنعتی در این میزان استحصال به‌دلیل کارآیی کم این شناورها در نتیجه نبود اطلاعات کافی در خصوص محل حضور گونه هدف و همچنین تعداد کم این شناورها نسبت به میزان برداشت اشاره شده ناچیز است. باتوجه به منابع مشترک اقیانوس هند و از آنجا که کشور ما نیز از منابع این اکوسیستم اقیانوسی بهره‌مند می‌شود اهمیت تحکیم جایگاه ایران در منابع مشترک برای فعالیت صید و صیادی کشورمان بر کسی پوشیده نیست. از اینرو این تحقیق قصد دارد ضمن بررسی ارتباط بین پراکنش ماهی تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) با متغیرهای محیطی حاصل از تصاویر ماهواره‌ای در فصل گرم (Warm season) و فصل سرد (Cold season)، به بررسی نتایج مدل جمعی تعمیم یافته[2] با به‌کارگیری

1. Indian Ocean Tuna commission (IOTC)
2. Generalized Additive model

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

توزیع گاوسی[1] و دوجمله‌ای[2] بپردازد. در نهایت نیز سعی خواهد شد پیشنهادات کاربردی جهت اعمال مدیریت مبتنی بر اکوسیستم اقیانوسی به مدیران شیلاتی ارائه گردد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از داده های صید شناورهای پرساینر آزادگان، هوور و پارسیان شیلا گزارش شده به سازمان شیلات ایران استفاده شد. این داده‌ها از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۳ به‌صورت ماهانه در کتابچه عملیات صید[3] به ثبت رسیده است. میزان صید استحصال شده به‌صورت کیلوگرم ثبت شده است و به‌منظور تعیین میزان صید به ازای واحد تلاش (CPUE) میزان تلاش صیادی به‌صورت مدت زمان (روز) فعالیت صیادی محاسبه و تعیین گردید. محدوده جغرافیایی صید شناورهای پرس ساینر در عرض‌های جغرافیایی بین ۵ درجه جنوبی تا ۲۵ شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ تا ۹۳ درجه شرقی می باشد (شکل ۱). در این مطالعه نیمه اول سال فصل گرم (Warm season) و نیمه دوم سال فصل سرد (Cold season) منظور شده است.

جهت بررسی و تعیین ارتباط میزان صید به ازای واحد تلاش، از مجموعه‌ای از متغیرهای محیطی رایج در مطالعه سطح زیان استفاده شده (Lan *et al.*, 2011; Lan *et al.*, 2012; Su *et al.*, 2015; Valavanis *et al.*, 2008). این متغیرها از سنجنده‌های مختلف تهیه و به‌ترتیب دارای دقت زمانی و مکانی یک ماه و ۱ درجه می‌باشند (جدول ۱).

قبل از انجام تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون Shapiro-Wilk و Kolmogrov-Smirnov جهت رد نمودن توزیع نرمال متغیرها و به‌کارگیری مدل غیر خطی GAM، استفاده شد. سپس جهت آنالیز آماری و مدل جمعی تعمیم یافته (Hastie and Tibshirani, 1990; Wood, 2006) (فرمول شماره ۱) برنامه R (Team, 2000) نسخه ۳,۳,۰ (۲۰۱۶-۰۵-۰۳) مورد استفاده قرار گرفت. پکیج مورد استفاده mgcv (Wood, 2006; Wood and Wood, 2016) و تابع ارتباطی logit وidentity به‌عنوان پیش‌شرط متناسب با نوع توزیع به‌کاربرده شده به مدل معرفی شد. مدل جمعی تعمیم‌یافته فرم غیرپارامتریک (غیرخطی) مدل جمعی خطی می‌باشد. در این مدل جهت fitting از رگرسیون‌های smoothing استفاده شد.

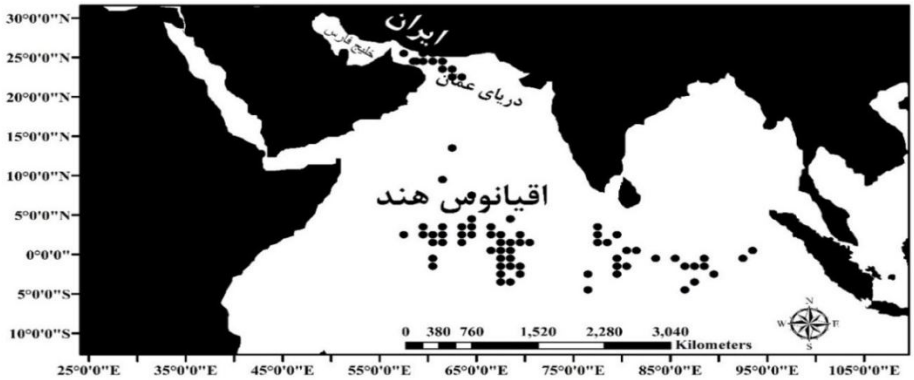
$$g(\mu_i) = \mu + \sum_{j=1}^{p} f_j(\mathrm{X}_i) \qquad \text{فرمول (۱)}$$

در فرمول شماره ۱، μi صید به ازای واحد تلاش و یا حضور گونه می‌باشد، μ درواقع intercept می‌باشد، fj معادلهsmoothing و xi متغیرهای محیطی مورد استفاده می‌باشد. در این مدل از دو توزیع

1. Gaussian
2. Binomial
3. Log book

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

گاوسی و دوجمله‌ای استفاده شد. به‌منظور تعیین شاخص مطلوبیت[1] (SI) از روش Spline regression smooth به‌عنوان یک تابع غیرخطی جهت جایگزینی و یافتن این ارتباط استفاده شد (Haghi Vayghan *et al.*, 2013; Hastie and Tibshirani, 1990; Tian *et al.*, 2009; Zuur *et al.*, 2007). جهت محاسبه تابع Spline smooth نرم افزار S-PLUS® 8.0.4 مورد استفاده قرار گرفت.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعاتی و موقعیت برخی مکان‌های صید توسط شناورهای پرساینر در شـــمال اقیانوس هند

جدول ۱- متغیرهای محیطی مورد استفاده در بررسی پراکنش صید ماهی تون هوور مسقطی (*K. pelamis*)

متغیر محیطی	واحد/یکا	وضوح مکانی	منبع داده
دمای سطحی آب دریا[2]	ºC	۱°×۱°	http://www.apdrc.soest.hawaii.edu
ارتفاع سطح دریا[3]	cm	۱°×۱°	http://www.apdrc.soest.hawaii.edu
عمق لایه مخلوط شونده[4]	m	۱°×۱°	http://www.apdrc.soest.hawaii.edu
شوری سطحی دریا[5]	psu	۱°×۱°	http://www.apdrc.soest.hawaii.edu
سرعت زمینگرد نصف النهاری[6]	$cm.s^{-1}$	۱°×۱°	http://www.apdrc.soest.hawaii.edu
سرعت زمینگرد ناحیه‌ای[7]	$cm.s^{-1}$	۱°×۱°	http://www.apdrc.soest.hawaii.edu
انرژی جنبشی ادی[8]	$cm^2.s^{-2}$	۱°×۱°	http://www.apdrc.soest.hawaii.edu
عمق لایه هم دمایی ۲۰ درجه سانتی گراد[9]	m	۱°×۱°	http://www.apdrc.soest.hawaii.edu

1. Suitability index
2. Sea Surface Temperature (SST)
3. Sea Surface Height (SSH)
4. Mixed Layer Depth (MLD)
5. Sea surface salinity (SSS)
6. Meridional geostrophic velocity (VO)
7. Zonal geostrophic velocity (UO)
8. Eddy kinetic energy (EKE)
9. Depth of 20-degree isotherm (D20)

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

نتایج

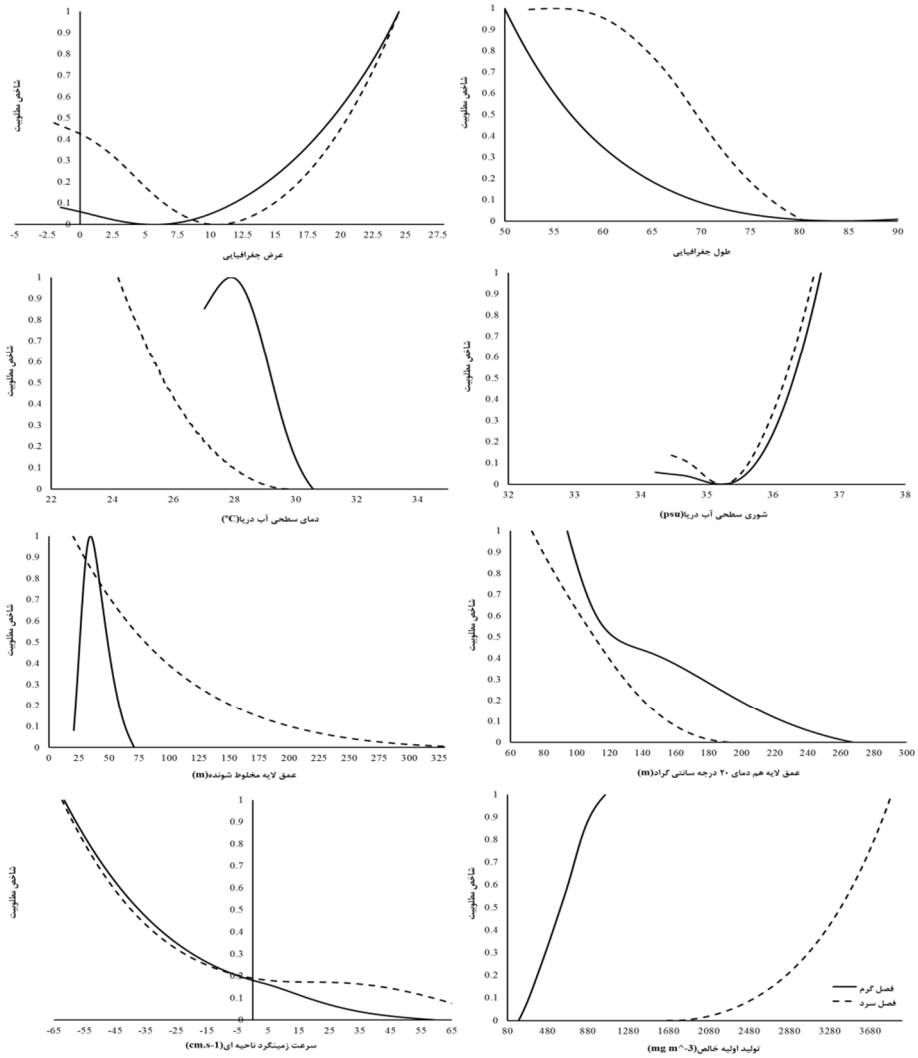
شاخص مطلوبیت (SI) در فصل گرم و سرد، تقریباً روند مشابهی را داشتند (شکل ۲). طول جغرافیایی پایین (پایین‌تر از ۶۰ درجه) و عرض جغرافیایی بالا (۲۲/۵ تا ۲۷/۵ درجه) شاخص مطلوبیت بالاتری را برای شناورهای صیادی به جهت صید داشت. دمای سطحی آب دریا در فصل سرد در مقادیر پایین (۲۴-۲۶ درجه سانتی‌گراد) و در فصل گرم در مقادیر بالا (۲۹-۲۷ درجه سانتی‌گراد) مطلوبیت بالاتری را برای ماهی تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) نشان دادند (شکل ۲). تولید اولیه خالص نیز در مقادیر پایین در فصل گرم و در مقادیر بالا در فصل سرد شاخص مطلوبیت بالاتری را برای ماهی تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) صید شده توسط شناورهای صیادی پرساینر نشان داد. شوری سطحی آب دریا در مقادیر بالاتر و عمق لایه هم دمایی ۲۰ درجه سانتی‌گراد (ترموکلاین) و عمق لایه مخلوط شونده در مقادیر کمتر مطلوبیت بالاتری را برای گونه مورد مطالعه داشت. از سوی دیگر متغیر UO در مقادیر بیشتر و منفی (با جهت غربی) در هر دو فصل مطلوبیت بالاتری را نشان دادند.

نتایج مدل جمعی تعمیم یافته با توزیع گاوسی در فصل گرم نشان داد مدل توانایی بالایی در توضیح انحراف را دارد (جدول ۲). از سوی دیگر مدل جمعی تعمیم یافته با توزیع دوجمله‌ای توانایی بالاتری را به نسبت مدل با توزیع گاوسی داشت (جدول ۳). در هر دو مدل به‌ترتیب متغیرهای زمانی و مکانی ماه صید، سال صید، عرض و طول جغرافیایی بیشترین تأثیر را در مدل داشتند، اما تأثیر متغیرهای محیطی متفاوت بود. از فاکتورهای محیطی در مدل جمعی تعمیم‌یافته با توزیع گاوسی متغیر تولید اولیه خالص، دمای سطحی آب دریا و شوری بیشترین تأثیر را در توضیح انحراف مدل داشتند. در همین فصل در مدل با توزیع دوجمله‌ای متغیرهای شوری سطحی، عمق لایه هم دمایی ۲۰ درجه سانتی‌گراد و UO بیشترین نقش را داشتند (جدول ۳). اما متغیرهای زمانی و به‌ویژه ماه و سال صیادی نقش به‌مراتب بالاتری را در هر دو مدل بیان نمود.

در فصل سرد، نتایج مدل جمعی تعمیم‌یافته با توزیع گاوسی مشخص نمود متغیرهای زمانی (به‌ویژه ماه صیادی) و مکانی (عرض جغرافیایی) در این فصل نقش قابل توجهی را دارند (جدول ۴) و از سوی دیگر در مدل با توزیع دوجمله‌ای متغیر زمانی (ماه صیادی) و محیطی (به‌ویژه انرژی جنبشی اِدی) نقش قابل توجهی را در توضیح انحراف مدل ایفا نمودند (جدول ۵). از متغیرهای محیطی نیز به‌ترتیب UO، عمق لایه هم‌دمایی ۲۰ درجه سانتی‌گراد و دمای سطحی آب بیشترین تأثیر را در پراکنش تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) در این فصل در مدل با توزیع گاوسی داشتند. از سوی دیگر در مدل با توزیع دوجمله‌ای متغیرهای مربوط به جریانات اقیانوسی (EKE,UO و VO) و تولید اولیه خالص و عمق لایه مخلوط شونده تاثیر زیادی در میزان توضیح انحراف در این فصل به نسبت مدل گاوسی داشتند. اگرچه در این فصل میزان توضیح انحراف در هر دو مدل کمتر از فصل گرم بود اما میزان توضیح انحراف در مدل با توزیع دوجمله‌ای همانند فصل گرم بیشتر بود. میزان AIC نیز در مدل

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

با توزیع گاوسی و دوجمله‌ای در فصل سرد بیشتر از مقادیر آن در فصل گرم بود. همچنین نتـایج مـدل نشان داد متغیرهای زمانی (به‌ویژه ماه صیادی)، مکانی و برخی متغیرهای محیطی نقش مهمتـری را در برازش مدل نشان دادند. از متغیرهای مکانی نیز نقش عرض جغرافیایی و از متغیرهـای محیطـی نقـش تولید اولیه خالص، شوری و جریانـات سـطحی بـه‌مراتب تـأثیر بـالاتری را در توضـیح انحـراف و نهایتـاً پراکنش این گونه داشتند.



شکل ۲- شاخص مطلوبیت ماهی تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) در پاسخ به متغیرهای مختلف به تفکیـک فصول گرم و سرد

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

جدول ۲- نتایج آماری مدل جمعی تعمیم یافته با توزیع گاوسی در پراکنش ماهی تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) در فصل گرم

متغیر	باقیمانده درجه‌آزادی	باقیمانده انحراف	توضیح انحراف	درصدتوضیح انحراف	سطح معنی‌داری	AIC	درصدتوضیح AIC	ΔAIC
NULL	۳۲۹	۶۲۵/۸۱	-	-	-	۱۱۵۱/۶۸	-	-
+Year	۳۲۵	۵۰۱/۵۸	۱۲۴/۲۳	۲۱/۶۵	***	۱۰۸۶/۶۶	۹/۷۶	۶۰۶/۷۴
+Month	۳۲۰	۲۳۹/۵۷	۲۶۲/۰۱	۴۵/۶۶	***	۸۲۵/۸۱	۳۵/۱۰	۳۷۲/۸۹
+Latitude	۲۹۹	۱۴۸/۹	۹۰/۶۶	۱۵/۸۰	***	۷۳۷/۸۸	۱۷/۲۵	۲۵۷/۹۷
+Longitude	۲۸۰	۱۰۳/۴	۴۵/۵	۷/۹۳	***	۶۵۵/۵۵	۱۲/۳۶	۱۷۵/۶۳
+SST	۲۷۴/۰۳	۹۳	۱۰/۴۱	۱/۸۱	***	۶۳۲/۴۸	۳/۴۶	۱۵۲/۵۶
+SSS	۲۷۲/۰۱	۸۳/۰۵	۹/۹۵	۱/۷۳	***	۵۹۹/۱۷	۵/۰۰	۱۱۹/۲۶
+MLD	۲۶۴/۲۶	۷۶/۵	۶/۵۵	۱/۱۴	***	۵۸۷/۵۷	-۴/۵۶	۱۰۷/۶۶
+SSH	۲۶۱/۰۱	۶۸/۴۸	۸/۰۹	۱/۴۱	***	۵۵۷/۱۹	۶/۳۰	۷۷/۲۷
+D20	۲۵۶/۸۸	۶۵/۰۱	۳/۳۹	۰/۵۹	**	۵۴۸/۶۵	۵/۸۴	۶۸/۷۳
+NPP	۲۵۰/۱۸	۵۰/۶۹	۱۴/۳۲	۲/۵۰	***	۴۷۹/۹۲	۱۰/۳۲	۰/۰۰
+UO	۲۴۸/۹۴	۵۰/۴	۰/۲۹	۰/۰۵	۱	۴۸۰/۴۸	-۰/۰۸	۰/۵۶
+VO	۲۵۰/۶۸	۵۱/۳۳	-۰/۹۴	-۰/۱۶	۰	۴۸۳/۰۹	-۰/۳۹	۳/۱۸
+EKE	۲۵۱/۴۳	۵۱/۹۲	-۰/۵۹	-۰/۱	۰	۴۸۵/۳۷	-۰/۳۴	۵/۴۵
بهترین مدل		R-sq.(adj) = ۰/۸۹			توضیح انحراف = ۹۱/۷٪			

معنی‌داری در سطح ۰ =***؛ ۰/۰۰۱ = **؛ ۰/۰۱ = *؛ ۰/۰۵ = ۰ ؛ ۰/۱ = ۱

جدول ۳- نتایج آماری مدل جمعی تعمیم یافته با توزیع دوجمله‌ای در پراکنش ماهی تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) در فصل گرم

متغیر	باقیمانده درجه‌آزادی	باقیمانده انحراف	توضیح انحراف	درصدتوضیح انحراف	سطح معنی‌داری	AIC	درصدتوضیح AIC	ΔAIC
NULL	۳۲۹	۲۶۲/۸۸	-	-	-	۲۶۴/۸۸	-	-
+Year	۳۲۵	۲۲۰/۹۵	۴۱/۹۳	۱۶/۹۱	***	۲۳۰/۹۵	۱۶/۹۴	۱۷۵/۸۷
+Month	۳۲۰	۷۰/۰۹	۱۵/۸۵	۶۰/۸۴	***	۹۰/۰۹	۷۰/۳۱	۳۵/۰۲
+Latitude	۳۱۸/۸۴	۵۶/۸۰	۱۳/۲۹	۵/۳۶	***	۷۹/۱۱	۵/۴۸	۲۴/۰۴
+Longitude	۳۱۰/۴۱	۳۴/۷۸	۲۲/۰۱	۸/۸۸	**	۷۳/۹۷	۲/۵۷	۱۸/۹۰
+SST	۳۰۹/۷۴	۳۵/۰۶	-۰/۲۸	-۰/۱۱	۱	۷۵/۵۹	-۰/۸۱	۲۰/۵۱
+SSS	۳۰۹/۱۶	۱۵/۱۳	۱۹/۹۲	۸/۰۴	***	۵۶/۸۰	۹/۳۸	۱/۷۳
+SSH	۳۰۷/۳۵	۱۵/۰۲	-۰/۰۷	-۰/۰۳	۱	۶۰/۵۱	-۱/۸۵	۵/۴۴
+MLD	۳۰۷/۰۵	۱۵/۳۵	-۰/۱۵	-۰/۰۶	۱	۶۱/۲۹	-۰/۳۷	۶/۱۹
+D20	۳۰۶/۳۶	۹/۳۸	۵/۹۷	۲/۴۱	**	۵۶/۶۶	۲/۲۹	۱/۵۹
+NPP	۳۰۵/۵۸	۱۶/۹۴	-۷/۵۵	-۳/۰۵	۱	۶۵/۷۸	-۴/۵۵	۱۰/۷۱
+UO	۳۰۷/۱۵	۹/۳۸	۷/۵۶	۳/۰۵	۱	۵۵/۰۷	۵/۳۵	۰/۰۰
+VO	۳۰۵/۲	۹/۳۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۱	۵۸/۹۸	-۱/۹۵	۳/۹۰
+EKE	۳۰۵/۲	۱۴/۹۳	-۵/۵۶	-۲/۲۵	***	۶۴/۵۴	-۲/۷۸	۹/۴۷
بهترین مدل		R-sq.(adj) = ۰/۹۳			توضیح انحراف = ۹۴/۳٪			

معنی‌داری در سطح ۰ =***؛ ۰/۰۰۱ = **؛ ۰/۰۱ = *؛ ۰/۰۵ = ۰ ؛ ۰/۱ = ۱

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

جدول ۴- نتایج آماری مدل جمعی تعمیم یافته با توزیع گاوسی در پراکنش ماهی تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) در فصل سرد

متغیر	باقیمانده درجه‌آزادی	باقیمانده انحراف	توضیح انحراف	درصدتوضیح انحراف	سطح معنی‌داری	AIC	درصدتوضیح AIC	ΔAIC
NULL	۴۰۱	۸۶۹/۷۹	-	-	-	۱۴۵۵/۰۹	-	-
+Year	۳۹۶	۸۲۰/۱۶	۴۹/۶۲	۱۱/۰۸	***	۱۴۴۱/۷۶	۱۱/۰۶	۱۱۰/۰۲
+Month	۳۹۱	۶۶۱/۳۳	۱۵۸/۸۳	۳۵/۴۷	***	۱۳۶۴/۹۴	۶۲/۱۷	۳۳/۴۹
+Latitude	۳۷۲	۵۶۶/۸	۹۴/۵۳	۲۱/۱۱	***	۱۳۴۰/۹۴	۱۹/۵۰	۹/۴۸
+Longitude	۳۴۱	۵۰۷/۰۱	۵۹/۷۹	۱۳/۳۵	۱	۱۳۵۸/۱۲	-۱۳/۹۶	۲۶/۶۶
+SST	۳۳۳/۰۷	۴۷۹/۹۳	۲۷/۰۸	۶/۰۵	**	۱۳۵۱/۹۱	۵/۰۵	۲۰/۴۵
+SSS	۳۳۲/۲۷	۴۷۹/۶۷	۰/۲۵	۰/۰۶	۱	۱۳۵۳/۳۱	-۱/۱۴	۲۱/۸۵
+MLD	۳۳۳/۰۸	۴۶۹/۶۸	۹/۹۸	۲/۲۳	۱	۱۳۴۳/۲۱	۱/۴۸	۱۱/۷۶
+SSH	۳۳۳/۱۸	۴۶۹/۷	-۰/۰۲	۰/۰۰	۱	۱۳۴۵/۰۳	۶/۷۳	۱۳/۵۷
+D20	۳۲۶/۷۶	۴۵۱/۲۲	۱۸/۴۸	۴/۱۳	*	۱۳۳۹/۷۳	۲/۸۳	۸/۲۸
+NPP	۳۲۷/۵۲	۴۵۸/۰۶	-۶/۸۴	-۱/۵۳	*	۱۳۴۴/۲۶	-۳/۶۹	۱۲/۸۱
+UO	۳۱۸/۳	۴۲۳/۷۹	۳۴/۲۷	۷/۶۵	**	۱۳۳۱/۴۵	۱۰/۴۱	۰/۰۰
+VO	۳۱۷/۴۱	۴۲۱/۹۱	۱/۸۸	۰/۴۲	۱	۱۳۳۱/۹۷	-۰/۴۲	۰/۵۲
+EKE	۳۱۷/۱۸	۴۲۲/۰۲	-۰/۱۱	-۰/۰۳	۱	۱۳۳۲/۰۲	-۰/۰۲	۰/۵۵
بهترین مدل		R-sq.(adj) = ۰/۳۹				توضیح انحراف = ٪۵۱/۵		

معنی‌داری در سطح ۰ =***؛ ۰/۰۰۱ = **؛ ۰/۰۱ = *؛ ۰/۰۵ = ۰ ؛ ۰/۱ = ۱

جدول ۵- نتایج آماری مدل جمعی تعمیم یافته با توزیع دو جمله‌ای در پراکنش ماهی تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) در فصل سرد

متغییر	باقیمانده درجه آزادی	باقیمانده انحراف	توضیح انحراف	درصد توضیح انحراف	سطح معنی‌داری	AIC	درصد توضیح AIC	ΔAIC
NULL	۴۰۱	۴۵۹/۶۵	-	-	-	۴۶۱/۶۴	-	-
+Year	۳۹۶	۴۲۹/۷۵	۲۹/۹	۱۰/۷۰	***	۴۴۱/۷۴	۱۶/۹۴	۱۷۵/۸۷
+Month	۳۹۱	۳۳۳/۱۴	۹۶/۶۰	۳۴/۵۸	**	۳۵۵/۱۴	۷۰/۳۱	۳۵/۰۲
+Latitude	۳۸۶/۳۸	۳۰۷/۰۳	۲۶/۱۱	۹/۳۴	**	۳۳۸/۲۷	۵/۴۸	۲۴/۰۴
+Longitude	۳۸۱/۶۸	۳۰۰/۰۵	۶/۹۸	۲/۵۰	**	۳۴۰/۶۹	۲/۵۷	۱۸/۹۰
+SST	۳۸۳/۷۱	۲۹۹/۸۵	۰/۱۹	۰/۰۷	***	۳۳۶/۴۳	-۰/۸۱	۲۰/۵۱
+SSS	۳۷۸/۵	۲۸۶/۸۳	۱۳/۰۲	۴/۶۶	۱	۳۳۳/۸۲	۹/۳۸	۱/۷۳
+SSH	۳۸۱/۱۵	۲۹۶/۶۲	-۹/۷۶	-۳/۵۰	۱	۳۳۸/۳۱	-۱/۸۵	۵/۴۴
+MLD	۳۷۷/۷	۲۸۱/۱۲	۱۵/۵۰	۵/۵۵	۱	۳۲۹/۷۲	-۰/۳۷	۶/۱۹
+D20	۳۸۰/۳۶	۲۹۰/۷۸	-۹/۶۶	-۳/۴۶	۱	۳۳۴/۰۵	۲/۲۹	۱/۵۹
+NPP	۳۷۳/۴۷	۲۷۶/۹۱	۱۳/۸۷	۴/۹۷	*	۳۳۳/۹۷	-۴/۵۵	۱۰/۷۱
+UO	۳۶۸/۳۱	۲۶۰/۵۳	۱۶/۳۷	۵/۸۶	۰	۳۲۷/۹۱	۵/۳۵	۰/۰۰
+VO	۳۵۹/۶۷	۲۴۲/۹۵	۱۷/۵۸	۶/۲۹	۱	۳۲۷/۶۰	-۱/۹۵	۳/۹۰
+EKE	۳۳۹/۲۶	۱۸۰/۲۵	۶۲,۷	۲۲/۴۲	۱	۳۰۵/۷۳	-۲/۷۸	۹/۴۷
بهترین مدل		R-sq.(adj) = ۰/۵۷				توضیح انحراف = ٪۶۰/۸		

معنی‌داری در سطح ۰ =***؛ ۰/۰۰۱ = **؛ ۰/۰۱ = *؛ ۰/۰۵ = ۰ ؛ ۰/۱ = ۱

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

بحث و نتیجه‌گیری

چشم‌انداز شیلات جهانی بستگی به قابلیت سازگاری این صنعت به تغیرات اقلیم و جهت‌گیری‌های اجتماعی دارد؛ به‌طوریکه سلامت اکوسیستم، امنیت غذایی و مزیت اقتصادی حاصله از این صنعت باید در ارزیابی و استراتژی‌های آینده مدیریت شیلات جهانی درنظر گرفته شود (Dueri *et al.*, 2016). اثرات تغیر اقلیم در کنار استحصال بی‌رویه منابع پروتئینی از دریاها و اقیانوس‌ها در کنار آلودگی‌ها و تخریب زیستگاه‌ها استرس اکوسیستم‌های دریایی را دوچندان می‌نماید (Garcia and Rosenberg, 2010). از اینرو به‌کارگیری مدیریت اکوسیستم محور شیلاتی در بُعد کلان و به‌طور مشخص به‌عنوان یک ابزار کارآمد مدیریت منابع اقیانوسی مورد توجه بسیاری از مدیران قرار گرفته است. در این میان تون ماهیان نقش قابل توجه‌ای را در اکوسیستم‌های دریایی و اقیانوسی از دیدگاه اکولوژیکی و اقتصادی در سطح جهانی ایفا می‌کنند (Arrizabalaga *et al.*, 2015; Reygondeau *et al.*, 2012). ماهی تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) به‌لحاظ اهمیت اقتصادی (کیفیت مناسب جهت کنسرو) و همچنین میزان استحصال آن (حدود نیمی از کل صید جهانی تون ماهیان حاره‌ای) اهمیت به نسبت بالاتری را در بین سایر گونه‌های مورد استحصال تون ماهیان مناطق حاره‌ای دارد (IOTC, 2013). اخیراً استحصال تون ماهیان با بهره‌گیری از ارتباطات پراکنش آنها با متغیرهای محیطی استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای گسترش یافته است، به‌طوریکه به‌طور گسترده در مطالعات پراکنش این ماهیان استفاده شده است (Goñi *et al.*, 2015; Lan *et al.*, 2011; Lan *et al.*, 2012; Weng *et al.*, 2009).

در این مطالعه ارتباط بین متغیرهای زمانی، مکانی و محیطی در ارتباط با پراکنش ماهی تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) حاصل از صید شناورهای صنعتی پرساینر ایرانی طی سالهای ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۳ مورد بررسی قرار گرفت تا ضمن مطالعه پراکنش و زیستگاه این گونه در ارتباط با متغیرهای یاد شده زمینه به‌کارگیری مدیریت اکوسیستم محور شیلاتی با بکارگیری نتایج این تحقیق میسر شود. بطور کلی نتایج نشان داد متغیرهای مکانی، زمانی و برخی از متغیرهای محیطی در ارتباط با دو فصل مورد مطالعه ارتباط بالایی در صید و پراکنش این گونه دارد. در تحقیق حاضر به‌ترتیب متغیر زمانی و مکانی (ماه صیادی و عرض جغرافیایی) بیشترین تأثیر را در هر دو مدل جمعی تعمیم‌یافته با توزیع گاوسی و دوجمله‌ای داشت. در تحقیقات گذشته مشخص شده است اثر متغیر زمانی و مکانی از جمله مهمترین فاکتورها در مطالعه پراکنش و اثرات تغییر اقلیم تون‌ماهیان اقیانوس هند و آرام بوده است (Lan *et al.*, 2013; Lan *et al.*, 2011; Lan *et al.*, 2012; Su *et al.*, 2008). آنچه که از نتایج این مطالعه مشخص می‌شود تمرکز شناورهای صیادی ایران در محدوده آبهای دریای عمان (مکران) می‌باشد. به‌طوری‌که شاخص مطلوبیت در طول جغرافیایی پایین (پایین تر از ۶۰ درجه) و عرض جغرافیایی بالا (۲۲/۵ تا ۲۷/۵ درجه) مبین حضور شناورها و در نتیجه پراکنش ماهی تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) در این

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

حوضه می‌باشد. اگرچه گشت‌زنی در کل حوضه اتفاق افتاده است ولی به‌جهت عدم استفاده از علوم و تکنولوژی نوین از قبیل استفاده از سامانه‌ها و مدل‌های آنلاین تصاویر ماهواره‌ای مربوط به متغیرهای محیطی و ابزار تجمیع کننده گله‌های ماهی[1] برای تشخیص گله‌های تون‌ماهیان، کارآیی صیادی را به نسبت سایر کشورها کاهش داده و این موضوع به نوبه خود منجر گردیده شناورها به جهت عمر ناوگان و توانمندی ناوگان برای اقیانوس نوردی، مدیریت مصرف سوخت و مهمتر از همه عدم مدیریت و برنامه‌ریزی مناسب شرکت‌های متبوعه، در آبهای نزدیک کشورمان (عرض جغرافیایی بالا) بیشتر حضور داشته باشند. از سوی دیگر شناورهای صنعتی پرساینر سایر کشورها بیشترین میزان صید به ازای واحد تلاش (CPUE) را در غرب مناطق حاره‌ای اقیانوس هند و به‌ویژه شرق آفریقا (به‌جهت زیستگاه مطلوب) به ثبت رسانده‌اند و این موضوع بیانگر حضور و پراکنش بالای تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) در این مناطق است (Dueri and Maury, 2013; Grande *et al.*, 2014; Kaplan *et al.*, 2014). از این رو لزوم مدیریت ناوگان و تخصیص تکنولوژی‌های نوین به جهت افزایش استحصال از منابع مشترک (باتوجه به عضویت ایران در IOTC) موجود در غرب اقیانوس هند و به‌ویژه سواحل شرقی آفریقا (محل تجمع تون هوور مسقطی) بسیار در این حوضه مشهود بوده و این امر لازم است مورد توجه شرکت‌های صید و صیادی و کارشناسان متبوعه قرار گیرد.

فاکتورهای محیطی از قبیل درجه حرارت، جریانات اقیانوسی و دسترسی به غذا نقش قابل توجه‌ای را در پراکنش و فراوانی تون ماهیان در اقیانوس‌ها (Arrizabalaga *et al.*, 2015; Block *et al.*, 1997; Lan *et al.*, 2012; Mugo *et al.*, 2010; Mugo *et al.*, 2014) و سایر گونه‌های دریایی (Chang *et al.*, 2013; Haghi Vayghan *et al.*, 2016a; Haghi Vayghan *et al.*, 2016b) دارد. در این مطالعه پراکنش ماهی تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) در فصل گرم بیشتر متأثر از تولید اولیه خالص، دما و شوری سطحی آب دریا بهمراه عمق لایه مخلوط شونده و عمق لایه هم دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (ترموکلاین) بود. نتایج تحقیقات گذشته روی تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) نشان داده است دمای سطحی آب، تولید اولیه و یا کلروفیل آ به‌همراه جریانات دریایی (Mugo *et al.*, 2010; Yen and Lu, 2016) و شاخص‌های تغییرات اقلیم (Kanaji *et al.*, 2012) نقش زیادی در تعیین زیستگاه این گونه در اقیانوس آرام و هند را داشته است. مشخص شده است تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) در ارتباط با رفتار تغذیه‌ای خود طی روز در آب‌های عمیق و در شب و حوالی صبح در آبهای سطحی و حوالی عمق لایه مخلوط شونده (منطقه با اکسیژن بالاتر) و بالای ترموکلاین حضور دارد (Matsumoto *et al.*, 2014). از سوی دیگر مقایسه فصل سرد با فصل گرم نشان داد در فصل سرد گستردگی حضور تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) در آبهای با عمق لایه مخلوط شونده عمیق‌تر (باتوجه به میل ترکیبی

1. Fish aggregation devices

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

اکسیژن در فصل سرد و دمای پایین‌تر) حاکی از ارتباط زیستگاه پراکنش این گونه با دمای سطحی دریا و اکسیژن محلول (به‌طور غیرمستقیم و باتوجه به عمق لایه مخلوط شونده) می‌باشد. از این‌رو رفتار مهاجرتی روزانه و فصلی تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) باتوجه به زمان فعالیت عمده کشتی‌های پرساینر (قبل از طلوع آفتاب) با نتایج شاخص مطلوبیت مناطق کم عمق لایه مخلوط شونده، دمای سطحی و عمق لایه هم دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (ترموکلاین) قابل قبول می‌باشد. از سوی دیگر در گونه‌های دیگر تون ماهیان از جمله تون زردباله گزارش شده است با افزایش درجه حرارت در فصل تابستان و در نتیجه کاهش عمق لایه مخلوط شونده و افزایش عمق لایه ترموکلاین و در نهایت کاهش تولید اولیه خالص پراکنش عمودی آن محدود شده که به نوعی این موضوع در ارتباط با فصل تولید مثل این گونه نیز می‌باشد (Schaefer and Fuller, 2007; Schaefer *et al.*, 2007). متغیرهای مربوط به جریانات و آشفتگی‌های سطحی آب نشان داد اثر این جریانات در میزان توضیح انحراف مدل در فصل سرد بسیار بیشتر از فصل گرم بوده است. شاخص مطلوبیت UO نشان داد در هر دو فصل جریانات غربی در آن منطقه غالب است. نتایج تحقیقات گذشته در آبهای سرد شمال غرب اقیانوس آرام مشخص نموده است جریانات اِدی با مرکز گرم (جریانات همگرا) باعث ایجاد منطقه با تولید اولیه بالا و تجمع شکارچیان به‌ویژه تون‌ماهیان می‌شود (Young *et al.*, 2001). در این تحقیق نیز جریانات با جهت غربی (UO منفی) و مرکز سرد به‌همراه لایه مخلوط شونده عمیق‌تر (Polovina *et al.*, 1995) و کاهش درجه حرارت سطحی در فصل سرد در آبهای نسبتاً گرم مناطق حاره‌ای اقیانوس هند شرایط ایجاد منطقه با تولید بالای پلانکتونی (فراچاهندگی) و در نتیجه افزایش تولید اولیه خالص و موجودات پلانکتون‌خوار (به‌ویژه اسکوئید) را مهیا نموده و در نهایت باعث تجمیع شکارچیان به‌ویژه تون‌ماهیان می‌شود (Overholtz, 2006; Schick and Lutcavage, 2009). به هرحال تحقیقات آتی با بهره‌گیری از داده‌های بلندمدت (به‌ویژه داده‌های حاصل از مطالعات تحقیقاتی) و در کنار به‌کارگیری تصاویر ماهواره‌ای با وضوح بالاتر به‌همراه بررسی جبهه‌های دمایی، جریانات و تولیدات اولیه می‌تواند کمک به‌سزایی در کاهش خطاها در تخمین پراکنش تون‌ماهیان مورد استحصال شناورهای صنعتی کشور مان داشته باشد.

نتایج تحقیقات گذشته در خصوص تغییرات اقلیم متناقض است. به‌هرحال آنچه که اتفاق نظر در آن وجود دارد اثرات آن بر میزان کاهش صید در نتیجه کاهش زیستگاه‌های در دسترس و در نتیجه کاهش توان تولید مثل و بازماندگی نوزادان و البته فشار صیادی می‌باشد (Hobday and Lough, 2011; Last *et al.*, 2011). در بعُد دیگر، علاوه بر تغییرات اقلیم، صید بی‌رویه تون‌ماهیان به‌ویژه تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) به‌جهت کیفیت بالای گوشت آن در اقیانوس هند (IOTC, 2013) و در بعد جهانی (Arrizabalaga *et al.*, 2015) منجر به کاهش ذخایر تا مرز هشدار شده است. در هر صورت

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

قابل ذکر است ماهی تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) در تمامی فصول سال (Stéquert *et al.*, 2001) و به‌ویژه در زمان مانسون (Grande *et al.*, 2014) تخم‌ریزی دارد و این ویژگی باعث شده است میزان توانایی بازسازی ذخایر آن (به نسبت سایر گونه‌های تون‌ماهیان حاره‌ای اقیانوس هند) بالاتر بوده و پایداری ذخایر نیز به نوبه خود افزایش یابد.

به‌طورکلی و با درنظر گرفتن موارد مذکور، لزوم برنامه‌ریزی و اجرای مدیریت اکوسیستم محور در اقیانوس هند و به‌ویژه شیلات کشورمان که به‌عنوان عضوی از IOTC و با میزان استحصال کل بیش از ۲۷۰ هزار تن انواع سطح‌زیان درشت در سال پیشنهاد می‌شود. البته از آنجا که اولین قدم‌ها در اجرای این رویکرد (مدیریت اکوسیستم محور شیلاتی) دانش کافی در مورد آن اکوسیستم و به‌ویژه زیستگاه مطلوب گونه هدف و پراکنش آن در ارتباط با متغیرهای محیطی است (Thrush and Dayton, 2010)، توصیه می‌شود مطالعات مربوط به پراکنش سطح‌زیان درشت در ارتباط با متغیرهای اقیانوسی جزء اولویت‌های اولیه مدیران شیلات کشور، به‌لحاظ سهم قابل توجه‌ای از تولیدات منابع دریایی و اشتغال، درنظر گرفته شود. به‌هرحال قابل ذکر است علی‌رغم اهمیت و جایگاه کشور در استحصال تون ماهیان متأسفانه در کشور ما هنوز این صنعت وارد مرحله مطلوب تخصصی و صنعتی نشده است و به‌طور عمده از روش صید تور گوشگیر برای صید تون ماهیان استفاده می‌شود. البته قابل ذکر است در سال‌های اخیر با بهره‌گیری از شناورهای پرساینر تا حدودی برای صنعتی شدن تلاش‌هایی صورت پذیرفته است اما استفاده از شناورهای صنعتی با تکنولوژی لانگ لاین و پرساینرهای مجهز به تکنولوژی‌های روز در کنار ابزارهای تجمیع‌کننده گله‌های ماهی و دانش سیستم‌های ماهواره‌ای (همانند کشورهای ژاپن و تایوان) کمک خواهد نمود ضمن دسترسی به آبهای دور، صید با کیفیت بالاتر، کاهش صید ضمنی، زمینه اشتغال‌زایی و ارز آوری را برای کشور به ارمغان داشته باشد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از دفتر امور صید و صیادی سازمان شیلات ایران به‌جهت تأمین داده‌ها و جناب آقای رضا عباسپور نادری به جهت مساعدت تشکر و قدردانی می‌شود. نویسنده اول از بنیاد نخبگان استان گلستان به‌جهت حمایت مالی سپاسگزاری می‌نماید.

منابع

Arrizabalaga H., Dufour F., Kell L., Merino G., Ibaibarriaga L., Chust G., Irigoien X., Santiago J., Murua H., Fraile I., Chifflet M., Goikoetxea N., Sagarminaga Y., Aumont O., Bopp L., Herrera M., Marc Fromentin J., Bonhomeau S. 2015.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

Global habitat preferences of commercially valuable tuna. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 113: 102-112.

Arrizabalaga H., Murua H., Majkowski J. 2012. Global status of tuna stocks: summary sheets. Revista de Investigaciones Marinas, 18(9): 646-676.

Block A.B., Keen E.J., Castillo B., Dewar H., Freund V.E., Marcinek J.D., Brill W.R., Farwell C. 1997. Environmental preferences of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) at the northern extent of its range. Marine Biology, 130(1): 119-132.

Brown S.K., Buja K.R., Jury S.H., Monaco M.E., Banner A. 2000. Habitat suitability index models for eight fish and invertebrate species in Casco and Sheepscot Bays, Maine. North American Journal of Fisheries Management, 20: 408-435.

Chang Y.J., Sun C.L., Chen Y., Yeh S.Z., Dinardo G. 2012. Habitat suitability analysis and identification of potential fishing grounds for swordfish, *Xiphias gladius*, in the South Atlantic Ocean. International Journal of Remote Sensing, 33(23): 7523-7541.

Chang Y.J., Sun C.L., Chen Y., Yeh S.Z., DiNardo G., Su N.J. 2013. Modelling the impacts of environmental variation on the habitat suitability of swordfish, *Xiphias gladius*, in the equatorial Atlantic Ocean. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil, 70(5): 1000-1012.

Dueri S., Guillotreau P., Jiménez-Toribio R., Oliveros-Ramos R., Bopp L., Maury O. 2016. Food security or economic profitability? Projecting the effects of climate and socioeconomic changes on global skipjack tuna fisheries under three management strategies. Global Environmental Change, 41: 1-12.

Dueri S., Maury O. 2013. Modelling the effect of marine protected areas on the population of skipjack tuna in the Indian Ocean. Aquatic Living Resources, 26(02): 171-178.

Foley M.M., Halpern B.S., Micheli F., Armsby M.H., Caldwell M.R., Crain C.M., Prahler E., Rohr N., Sivas D., Beck M.W., Carr M.H., Crowder L.B., Emmett Duffy J., Hacker S.D., McLeod K.L., Palumbi S.R., Peterson C.H., Regan H.M., Ruckelshaus M.H., Sandifer P.A., Steneck R.S. 2010. Guiding ecological principles for marine spatial planning. Marine Policy, 34(5): 955-966.

Game E.T., Grantham H.S., Hobday A.J., Pressey R.L., Lombard A.T., Beckley L.E., Gjerde K., Bustamante R., Possingham H.P ,.Richardson A.J. 2009. Pelagic protected areas: the missing dimension in ocean conservation. Trends in Ecology & Evolution, 24(7): 360-369.

Garcia S.M., Rosenberg A.A. 2010. Food security and marine capture fisheries: characteristics, trends, drivers and future perspectives. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 365(1554): 28-69.

Goñi N., Didouan C., Arrizabalaga H., Chifflet M., Arregui I., Goikoetxea N., Santiago J. 2015. Effect of oceanographic parameters on daily albacore catches

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

in the Northeast Atlantic. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 113: 73-80.

Grande M., Murua H., Zudaire I., Goñi N., Bodin N. 2014. Reproductive timing and reproductive capacity of the Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*) in the western Indian Ocean. Fisheries Research, 156: 14-22.

Haghi Vayghan A., Fazli H., Ghorbani R., Lee M.A., Saravi H.N. 2016a. Temporal habitat suitability modeling of Caspian shad (*Alosa* spp.) in the southern Caspian Sea. Journal of Limnology, 75(1): 210-223.

Haghi Vayghan A., Poorbagher H., Taheri Shahraiyni H., Fazli H., Nasrollahzadeh Saravi H. 2013. Suitability indices and habitat suitability index model of Caspian kutum (*Rutilus frisii kutum*) in the southern Caspian Sea. Aquatic Ecology, 47(4): 441-451.

Haghi Vayghan A., Zarkami R., Sadeghi R., Fazli H. 2016b. Modeling habitat preferences of Caspian kutum, *Rutilus frisii kutum* (Kamensky, 1901) (Actinopterygii, Cypriniformes) in the Caspian Sea. Hydrobiologia, 766 (1): 103-119.

Hastie T., Tibshirani R. 1990. Generalized additive models. London, Chapman and Hall. 335P.

Hermosilla C., Rocha F., Valavanis V. 2011. Assessing Octopus vulgaris distribution using presence-only model methods. Hydrobiologia, 670(1): 35-47.

Hobday A.J., Lough J.M. 2011. Projected climate change in Australian marine and freshwater environments. Marine and Freshwater Research, 62(9): 1000-1014.

IOTC. 2013. Report of the Sixteenth Session of the IOTC Scientific Committee. 2-6 December, Busan, Republic of Korea, Indian Ocean Tuna Commission. 312P.

Jayasundara N., Gardner L.D., Block B.A. 2013. Effects of temperature acclimation on Pacific bluefin tuna (*Thunnus orientalis*) cardiac transcriptome. American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 305(9): 1010-1020.

Kanaji Y., Tanabe T., Watanabe H., Oshima T., Okazaki M. 2012. Variability in reproductive investment of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) in relation to the ocean–climate dynamics in the tropical eastern Indian Ocean. Marine and Freshwater Research, 63(8): 695-707.

Kaplan D.M., Chassot E., Amandé J.M., Dueri S., Demarcq H., Dagorn L., Fonteneau A. 2014. Spatial management of Indian Ocean tropical tuna fisheries: potential and perspectives. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil, 71(7): 1728-1749.

Lan K.W., Evans K., Lee M.A. 2013. Effects of climate variability on the distribution and fishing conditions of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the western Indian Ocean. Climatic Change, 119(1): 63-77.

Lan K.W., Lee M.A., Lu H.J., Shieh W.J., Lin W.K., Kao S.C. 2011. Ocean variations associated with fishing conditions for yellowfin tuna (*Thunnus*

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

albacares) in the equatorial Atlantic Ocean .ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil, 68(6): 1063-1071.

Lan K.W., Nishida T., Lee M.A., Lu H.J., Huang H.W., Chang S.K., Lan Y.C. 2012. Influence of the marine environment variability on the yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) catch rate by the Taiwanese longline fishery in the Arabian Sea, with special reference to the high catch in 2004. Journal of Marine Science and Technology, 20(5): 514-524.

Last P.R., White W.T., Gledhill D.C., Hobday A.J., Brown R., Edgar G.J., Pecl G. 2011. Long-term shifts in abundance and distribution of a temperate fish fauna: a response to climate change and fishing practices. Global Ecology and Biogeography, 20(1): 58-72.

Matsumoto T., Satoh K., Toyonaga M. 2014. Behavior of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) associated with a drifting FAD monitored with ultrasonic transmitters in the equatorial central Pacific Ocean. Fisheries Research, 157: 78-85.

Morris L., Ball D., 2006. Habitat suitability modelling of economically important fish species with commercial fisheries data. ICES Journal of Marine Science, 63: 590-1603.

Mugo R., Saitoh S.I., Nihira A., Kuroyama T. 2010. Habitat characteristics of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) in the western North Pacific: a remote sensing perspective. Fisheries Oceanography, 19(5): 382-396.

Mugo R.M., Saitoh S.I., Takahashi F., Nihira A., Kuroyama T. 2014. Evaluating the role of fronts in habitat overlaps between cold and warm water species in the western North Pacific: A proof of concept. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 107: 29-39.

Overholtz W. 2006. Estimates of consumption of Atlantic herring (*Clupea harengus*) by bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) during 1970–2002: an approach incorporating uncertainty. Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science, 36: 55-63.

Pikitch E., Santora E., Babcock A., Bakun A., Bonfil R., Conover D., Dayton P., Doukakis P., Fluharty D., Heheman B. 2004. Ecosystem-based Fishery Management Science, 305: 346-347.

Polovina J.J., Mitchum G.T., Evans G.T. 1995. Decadal and basin-scale variation in mixed layer depth and the impact on biological production in the Central and North Pacific. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 42(10): 1701-1716.

Reygondeau G., Maury O., Beaugrand G., Fromentin J.M., Fonteneau A., Cury P. 2012. Biogeography of tuna and billfish communities. Journal of Biogeography, 39(1): 114-129.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

Schaefer K.M., Fuller D.W. 2007. Vertical movement patterns of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) in the eastern equatorial Pacific Ocean, as revealed with archival tags. Fishery Bulletin, 105(3): 379-389.

Schaefer K.M., Fuller D.W., Block B.A. 2007. Movements, behavior, and habitat utilization of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the northeastern Pacific Ocean, ascertained through archival tag data. Marine Biology, 152(3): 503-525.

Schick R.S., Lutcavage M.E. 2009. Inclusion of prey data improves prediction of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) distribution. Fisheries Oceanography, 18(1): 77-81.

Sibert J., Senina I., Lehodey P., Hampton J. 2012. Shifting from marine reserves to maritime zoning for conservation of Pacific bigeye tuna (*Thunnus obesus*). Proceedings of the National Academy of Sciences, 109(44): 18221-18225.

Stéquert B., Rodriguez J.N., Cuisset B., Le Menn F. 2001. Gonadosomatic index and seasonal variations of plasma sex steroids in skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) and yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) from the western Indian ocean. Aquatic Living Resources, 14(5): 313-318.

Su N.J., Sun C.L., Punt A.E., Yeh S.Z., DiNardo G. 2015. Environmental influences on seasonal movement patterns and regional fidelity of striped marlin *Kajikia audax* in the Pacific Ocean. Fisheries Research, 166: 59-66.

Su N.J., Yeh S.Z., Sun C.L., Punt A.E., Chen Y., Wang S.P. 2008. Standardizing catch and effort data of the Taiwanese distant-water longline fishery in the western and central Pacific Ocean for bigeye tuna, *Thunnus obesus*. Fisheries Research, 90(1): 235-246.

Sumaila U.R., Zeller D., Watson R., Alder J., Pauly D. 2007. Potential costs and benefits of marine reserves in the high seas. Marine Ecology Progress Series, 345: 305-310.

Team R.C. 2000. R language definition. R foundation for statistical computing. Vienna, Austria.

Thrush S.F., Dayton P.K. 2010. What Can Ecology Contribute to Ecosystem-Based Management? Annual Review of Marine Science, 2(1): 419-441.

Tian S., Chen X.j., Chen Y., Xu L., Dai X. 2009. Evaluating habitat suitability indices derived from CPUE and fishing effort data for *Ommatrephes bratramii* in the northwestern Pacific Ocean. Fisheries Research, 95: 181-188.

Valavanis V., Pierce G., Zuur A., Palialexis A., Saveliev A., Katara I., Wang J. 2008. Modelling of essential fish habitat based on remote sensing, spatial analysis and GIS. Hydrobiologia, 612(1): 5-20.

Weng K.C., Stokesbury M.J.W., Boustany A.M., Seitz A.C., Teo S.L.H., Miller S.K., Block B.A. 2009. Habitat and behaviour of yellowfin tuna *Thunnus albacares* in the Gulf of Mexico determined using pop-up satellite archival tags. Journal of Fish Biology, 74(7): 1434-1449.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

Wood S. 2006. Generalized additive models: an introduction with R. CRC press. 496P.

Wood S., Wood M.S. 2016. Package 'mgcv'. R package version, 1:7-29.

Worm B., Hilborn R., Baum J.K., Branch T.A., Collie J.S., Costello C ,.Fogarty M.J., Fulton E.A., Hutchings J.A., Jennings S., Jensen O.P., Lotze H.K., Mace P.M., McClanahan T.R., Minto C., Palumbi S.R., Parma A.M., Ricard D., Rosenberg A.A., Watson R., Zeller D. 2009. Rebuilding Global Fisheries Science, 325(5940): 578-585.

Yen K.W., Lu H.J. 2016. Spatial–temporal variations in primary productivity and population dynamics of skipjack tuna Katsuwonus pelamis in the western and central Pacific Ocean. Fisheries Science, 82(4): 563-571.

Young J.W., Bradford R., Lamb T.D., Clementson L.A., Kloser R., Galea H. 2001. Yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) aggregations along the shelf break off south-eastern Australia: links between inshore and offshore processes. Marine and Freshwater Research, 52(4): 463-474.

Zuur A.F., Elena N.I., Graham M.S. 2007. Analysing ecological data. USA, Springer Science-Business Media, LLC. 680P.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]