ارتباط پراکنش ماهی تون زرد باله (*Thunnus albacares*) صید شده توسط پرساینرهای ایرانی با متغیرهای محیطی در اقیانوس هند

علی حقی وایقان[1*]، رسول قربانی[1]، سید یوسف پیغمبری[1]، مینگ ان لی[2]، دیوید کاپلان[3]، باربارا بلاک[4]

* ali_haghi@ut.ac.ir

۱- گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲-گروه زیست شناسی محیطی وعلوم شیلاتی، دانشگاه ملی اقیانوس تایوان
۳-موسسه علوم دریایی ویرجینیا، کالج ویلیام و ماری
۴- ایستگاه دریایی هابکینز، دانشکده علوم،دانشگاه استنفورد

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۵

چکیده

ماهی تون زردباله (*Thunnus albacares*) از جمله مهمترین گونه های مورد استحصال سطح زیان درشت توسط شناورهای پرساینر ایرانیدر آبهای اقیانوس هند و دریای عمان می باشد. در این تحقیق ارتباط متغیرهای زمانی، مکانی بهمراه متغیرهای محیطی حاصل از تصاویر ماهواره ای جهت بررسی پراکنش و کمک به اجرای مدیریت اکوسیستم محور برای مدیریت و حفظ ذخایر تون زرد باله مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از مدل جمعی تعمیم یافته (GAM) با دو توزیع گاوسی و دوجمله ای نشان داد متغیرهای مکانی و زمانی به همراه متغیرهای محیطی دما و شوری سطحی آب دریا، عمق لایه مخلوط شونده و تولید اولیه خالص بیشترین تاثیر را در پراکنش این گونه در فصول گرم (نیمه اول سال) و سرد (نیمه دوم سال) داشتند. نتایج این تحقیق نشان داد در فصل گرم عرض جغرافیایی تاثیر بمراتب بالاتری را در توضیح انحراف مدل داشته است. از سوی دیگر تاثیر طول جغرافیایی و متغیر های محیطی در فصل سرد مشهودتر بود. در فصل گرم مدل با توزیع دوجمله ای میزان بالاتری از انحرافات مدل را بیان کرد، اگرچه توضیح انحراف بهترین مدل در فصل سرد کمتر از فصل گرم بود ولی اختلاف معنی داری بین دو نوع مدل با توزیع متفاوت نشان نداد. از آنجا که اولین گام در جهتمدیریت اکوسیستم دانش کافی در حوزه آن اکوسیستم و بویژه پراکنش آن گونه در ارتباط با متغیرهای محیطی است، لذا این تحقیق می تواند ضمن کمک به شناورهای صنعتی کشور در امر افزایش کارایی صید، در برنامه ریزی های آتی و کمک به اجرای مدیریت اکوسیستم محور در اقیانوس هند مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: تون زردباله، اقیانوس هند، مدلسازی پراکنش، مدیریت اکوسیستم محور

* نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.1.15.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110331]

مقدمه

در حال حاضر توسعه ناهماهنگ استفاده از منابع اقیانوس ها و دریا هابهمراه رشد سریع جمعیت در سواحل باعث تشدید تخریب سلامت اکوسیستم‌های دریایی شده است. منابع دریایی در سطح جهانی در نتیجه عدم مدیریت کافی در حال کاهش هستند، بطوریکه امکان حفظ سلامت و بهره برداری پایدار از منابع را با خطر مواجه می نماید (Foley *et al.*, 2010). از جمله راه حل های ارائه شده به منظور حفاظت و مدیریت منابع دریایی کاهش صید (Worm *et al.*, 2009) و حفاظت مناطق حساس می باشد (Thrush & Dayton, 2010). بهرحال برای مدیریت جامع و یکپارچه منابع، مدیران نیازمند مدیریت فراگیر در سطوح اکوسیستم های با مقیاس کوچک تا ابعاد جهانی هستند. امروزه مدیریت اکوسیستم محور شیلاتی (EBFM[1]) توجهات محققین و مدیران اجرایی را جهت مدیریت کاربردی و موثر اکوسیستم جلب نموده است (Pikitch *et al.*, 2004). به منظور اجرای مدیریت اکوسیستم محور شیلاتی دانش کافی در حوزه آن اکوسیستم از جمله زیستگاه مطلوب و پراکنش گونه هدف در ارتباط با متغیرهای محیطی موثر مورد نیاز است (Thrush & Dayton, 2010). بعلاوه اطلاع از پراکنش گونه مورد مطالعه و ارتباطات محیطی بهمراه سایر شاخصه های اکولوژیک برای حفاظت و مدیریت آن گونه بسیار ضروری است (Hermosilla *et al.*, 2011).

امروزه استفاده از مدل های شاخص مطلوبیت زیستگاهی و مدل های پیش بینی کننده پراکنش جهت مطالعه، ارزیابی و بررسی گونه های اقتصادی از جمله ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*)(Haghi Vayghan *et al.*, 2016a; Haghi Vayghan *et al.*, 2013)، اسکوئید (*Ommastrephes bartramii*) (Tian *et al.*, 2009)و تون زردباله (Yen *et al.*, 2012) به طور چشم گیری گسترش یافته است. این مدل ها به عنوان یک ابزار کاربردی در کمک به تصمیم گیران در امر مدیریت و حفاظت از اکوسیستم دارای نقاط قوت و ضعف نیز می باشند (Haghi Vayghan *et al.*, 2016b). بهرحال مزایای روش های مذکور در به ترسیم کشیدن وضعیت گذشته، حال و آینده گونه هدف برای مدیران بسیار دارای اهمیت است.

عدم استفاده موثر از مدیریت مکانی در حوزه آب‌های پلاژیکاکوسیستم‌های اقیانوسی در نتیجه کمبود اطلاعات، عدم مدیریت کلان یکپارچه و قابلیت بالای حرکت گونه‌های این حوزه، چالشی را برای مدیریت منابع شیلاتی آن حوزه ایجاد نموده است(Kaplan *et al.*, 2014). مزایای اخیر مدیریت-های مکانی در حوزه اکوسیستم پلاژیک از قبیل ایجاد مناطق حفاظت شده و یا تنظیم زمان صید و مناطق دارای محدودیت توجهات زیادی را به خود جلب کرده است (Sumaila *et al.*, 2007; Game *et al.*, 2009). بهرصورت، به دلیل منابع محدود در حوزه مدیریت مکانی اقیانوس‌ها، بحث‌های فعال متعددی در خصوص قابلیت مدیریت مکانی آب‌های اقیانوسی پلاژیککه بسیار پویا در بعد زمان و مکان هستند در-حال انجام است (Sibert *et al.*, 2012; Kaplan *et al.*, 2014). از سوی دیگر مدیریت مکانی اکوسیستم های پلاژیک نیز در ابتدای مسیر خود است؛ بطوریکه مطالعات اندکی در این حوزه در مقیاس اقیانوسی و جهانی دیده می شود(Kaplan *et al.*, 2014)؛ لذا نیاز اساسی در این حوزه احساس می شود. بحث تغییرات اقلیم و گرم شدن کره زمین از سوی دیگر قطعاً اولین تاثیر را در اکوسیستم‌های پلاژیک به خصوص گونه‌های سطح‌زی و به ویژه نوزادان آن (به دلیل حساسیت بالا) خواهد گذاشت(Jayasundara *et al.*, 2013). اگرچه تون ماهیان همانند سایر گونه‌های سطح زی قابلیت سازگاری با شرایط را دارند، اما شاخص‌های تغییرات اقلیمی و اقیانوسی بررسی شدهبیانگر اثرات مشخص روی میزان صید و صید به ازای واحد تلاش در ابعاد مکانی-زمانی در سایر گونه‌های تون ماهیان می باشد (Lan *et al.*, 2013). بنابراین، بررسی و پیش بینی ارتباط متغیرهای محیطی و برآیند های تغیرات اقلیم در ارتباط با گونه های تجاری با اهمیت بالا در این حوزه اهمیت مدیریت اکوسیستم محور حوزه پلاژیک اقیانوسی را دوچندان خواهد نمود.

اقیانوس هند با قرار گیری در طول ۴۰ تا۱۲۰درجه شرقی و عرض ۴۰ درجه جنوبی تا ۲۰ درجه شمالی یک منطقه مطالعاتی جذاب را برای بررسی مدیریت مکانی (و بویژه مدیریت اکوسیستم محور) محدوده‌های صیادی، تغییرات

[1] Ecosystem based fishery management

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.1.15.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110331]

ذخایر و جمعیت سطح زیان درشت فراهم می کند. همانند دیگر مناطق اقیانوسی، اقیانوس هند نیز در معرض استحصال بیش از ظرفیت و عدم مدیریت شیلانی موثر قرار دارد (IOTC, 2015).

ماهی تون زرد باله (*Thunnus albacares*) از جمله گونه های مورد استحصال سطح زیان درشت دریای عمان و اقیانوس هند می باشد (IOTC, 2011; Yen *et al.*, 2012). این گونه نیز همانند سایر گونه های اقیانوسی متاثر از فاکتورهای محیطی از جمله درجه حرارت، شوری، میزان دسترسی غذا و اکسیژن محلول و سایر فاکتورها می باشد. این گونه جزء ماهیان سطحزی حاره‌ای و نیمه‌حاره می باشد که به صورت گله ای، در عمق کمتر از ۷۵ متر (معمولا بالای ترموکلاین) و در مجاورت لایه مخلوط شونده زیست می کند (Block *et al.*, 1997). صید این گونه همانند سایر سطح زیان درشت در کشور ما عمدتا به صورت صید با تور گوشگیر و در سالیان اخیر شناورهای صیادی صنعتی از جمله پرساینرها صورت می‌گیرد (Kaymaram *et al.*, 2014). در بعد جهانی نیز صید آن با شناورهای لانگ لاین و پرساینر در سطح اقیانوس هند، اطلس و آرام صورت می پذیرد (IOTC, 2011; Lan *et al.*, 2013). ایران جزء ۳۲ کشور عضوکمیسیون تون ماهیان اقیانوس هند[۲]می‌باشد؛ بطوریکه در سال ۱۳۹۴ سهم ایران۱۳ درصد از میزان صید کل با حدود ۲۷۰هزار تن صید سطح زیان درشت و ۱۵/۵ درصد از سهم تعداد شناور مجاز فعال در اقیانوس هند می‌باشد. اما بهرحال سهم شناورهای صنعتی در این میزان استحصال به دلیل کارایی 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. با توجه به منابع مشترک اقیانوس هند و از آنجا که کشور ما نیز از منابع این اکوسیستم اقیانوسی بهره‌مند می‌شوداهمیت 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 متغیرهای محیطی حاصل از تصاویر ماهواره ای به تفکیکدو فصل گرم (اردیبهشت تا شهریور) و فصل سرد (مهر تا اسفند)، به بررسی تفاوت مدل جمعی تعمیم یافته [۳] با توزیع گاوسی[۴] و دوجمله ای[۵] در نتایج آن بپردازد. در نهایت نیز سعی خواهد شد پیشنهادات کاربردی جهت اعمال مدیریت اکوسیستم محور در این حوزه اقیانوسی به مدیران شیلاتی ارائه گردد.

مواد و روش ها

محدوده جغرافیایی صید شناورهای پرساینر در اقیانوس هند در عرض های جغرافیایی بین ۵ درجه جنوبی تا ۲۵ شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ تا ۹۳ درجه شرقی می باشد (شکل ۱). در این مطالعه داده های صید پرساینر کشتی های آزادگان، هوور و پارسیان شیلا از سازمان شیلات ایران تهیه شد. این داده‌ها از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۳ به صورت ماهانه در کتابچه عملیات صید[۶]به ثبت رسیده شده است. میزان صید استحصال شده بصورت کیلوگرم ثبت شده است و به منظور تعیین میزان صید به ازای واحد تلاش (CPUE) میزان تلاش صیادی به صورت مدت زمان (روز) فعالیت صیادی محاسبه و در نظر گرفته شد و سپس از تقسیم میزان صید بر تلاش صیادی میزان CPUE به عنوان شاخص فراوانی در محاسبات تعیین گردید. این مطالعه نیمه اول سال را فصل گرم(از اردیبهشت تا شهریور) و نیمه دوم سال را فصل سرد(از مهر تا اسفند) در نظر گرفته است.

جهت بررسی و تعیین ارتباط میزان صید به ازای واحد تلاشاز مجموعه ای از متغیرهای محیطی از جمله دمای سطحی آب دریا، میزان تولید اولیه، عمق لایه مخلوط شونده، عمق لایه ترموکلاین، شوری سطحی آب دریا و شاخص های مرتبط با جریانات دریایی و اقیانوسی که به طور معمول در مطالعات سطح زیان کاربرد دارد(Valavanis *et al.*, 2008; Lan *et al.*, 2011; Lan *et al.*, 2012; Su *et al.*, 2015) در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است (جدول ۱). این متغیرها از سنجنده های مختلف از جمله Jason1[۷]،

[۲] Indian Ocean Tuna commission (IOTC)

[۳] Generalized Additive model

[۴] Gaussian

[۵] Binomial

[۶] Log book

[۷] Journées Altimétriques Satellitaires pour l'Océanographie

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.1.15.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110331]

NOAA[۸] و MODIS[۹] متناسب با زمان صیادی شناورهای پرسایزر طی سالهای بین ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۳ تهیه گردید و به ترتیب دارای دقت زمانی و مکانی یک ماه و ۱ درجه می باشند.

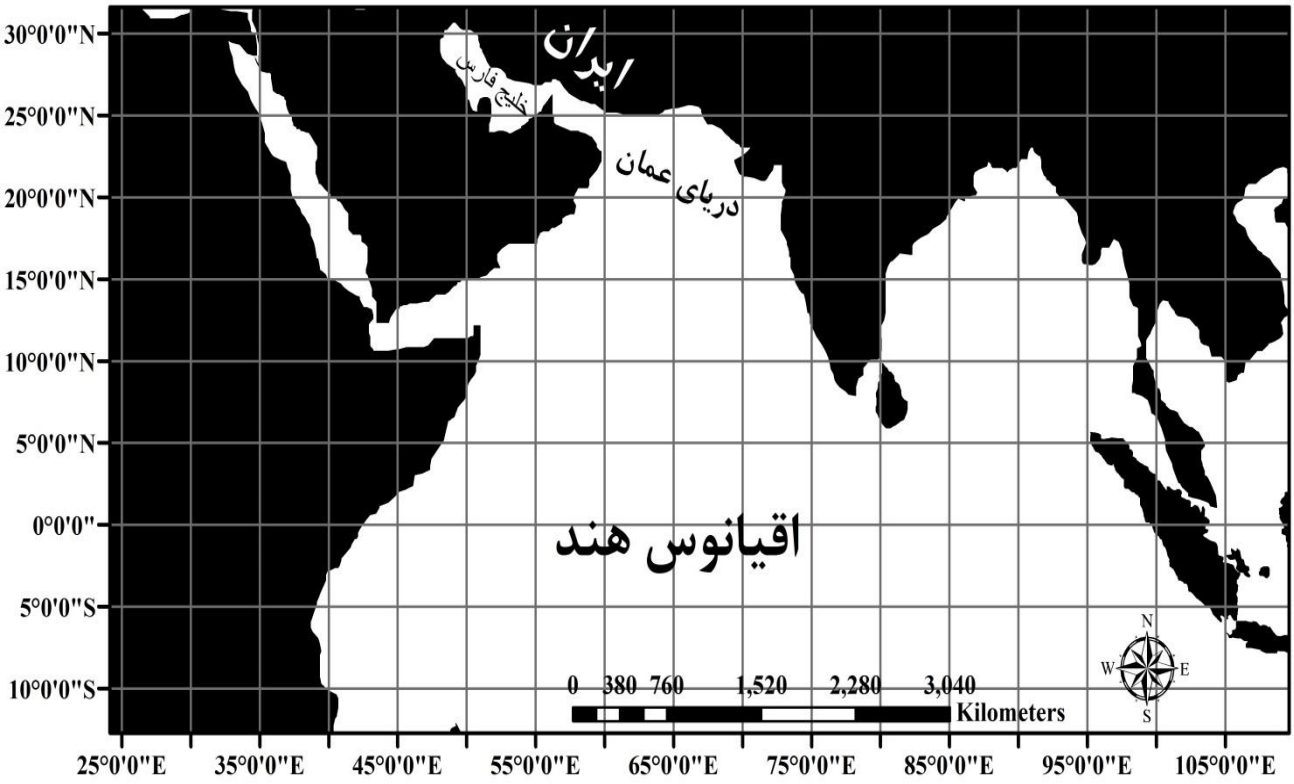
جهت آنالیز آماری و مدل جمعی تعمیم یافته (Hastie & Tibshirani, 1990; Wood, 2006)(فرمول شماره ۱) برنامه R نسخه ۳,۳,۰ (۲۰۱۶-۰۵-۰۳) مورد استفاده قرار گرفت. مدل جمعی تعمیم یافته در واقع فرم غیرپارامتریک (غیرخطی) مدل جمعی خطی می باشد. در این مدل جهت fitting از رگرسیون های smoothing استفاده شد.

فرمول شماره (۱)

$$g(\mu_i) = \mu + \sum_{j=1}^{p} f_j(X_i)$$

در فورمول شماره ۱، μi درواقع صید به ازای واحد تلاش و یا حضور گونه می باشد، μ در واقع intercept می باشد، fj معادله smoothing و xi متغیرهای محیطی مورد استفاده می باشد. در این مدل از دو توزیع گاوسی و دوجمله ای استفاده شد.

به منظور تعیین شاخص مطلوبیت[۱۰] (SI) از روش regression Spline smooth (Tian *et al.*, 2009) به عنوان یک تابع غیر خطی (Hastie & Tibshirani, 1990; Zuur *et al.*, 2007) جهت جایگزینی و یافتن این ارتباط استفاده شد.جهت محاسبه تابع Spline smooth نرم افزار S-PLUS® 8.0.4 مورد استفاده قرار گرفت.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعاتی در شمال اقیانوس هند

Figure 1: Study areas in the north of Indian Ocean

[۸] National Oceanic and Atmospheric Administration
[۹] Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
[۱۰] Suitability Index

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.1.15.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110331]

جدول ۱: متغیرهای محیطی مورد استفاده در بررسی پراکنش صید ماهی تون زرد باله

Table 1: description of environmental variables used in catch distribution study of yellowfin tuna

متغیر محیطی	واحد/یکا	وضوح مکانی	منبع داده
دمای سطحی آب دریا[۱۱]	°C	۱°×۱°	http://www.apdrc.soest.hawaii.edu
ارتفاع سطح دریا[۱۲]	cm	۱°×۱°	http://www.apdrc.soest.hawaii.edu
عمق لایه مخلوط شونده[۱۳]	m	۱°×۱°	http://www.apdrc.soest.hawaii.edu
شوری سطحی دریا[۱۴]	psu	۱°×۱°	http://www.apdrc.soest.hawaii.edu
سرعت زمین گرد نصف النهاری[۱۵]	$cm.s^{-1}$	۱°×۱°	http://www.apdrc.soest.hawaii.edu
سرعت زمین گرد ناحیه ای[۱۶]	$cm.s^{-1}$	۱°×۱°	http://www.apdrc.soest.hawaii.edu
انرژی جنبشی ادی[۱۷]	$cm^2.s^{-2}$	۱°×۱°	http://www.apdrc.soest.hawaii.edu
عمق لایه هم دمایی ۲۰ درجه سانتی گراد[۱۸]	m	۱°×۱°	http://www.apdrc.soest.hawaii.edu

نتایج

میزان صید سالانه و تجمعی ماهانه شناورهای پرساینر فعال در آبهای دریای عمان و اقیانوس هند در شکل ۲ نمایش داده شده است. میزان صید در سال های ۱۳۹۰و ۱۳۹۱ بطور مشخص نسبت به دیگر سال ها کمتر بود. میزان صید تجمعی ماهانه نیز به طور مشخص در ماه های ۶ (شهریور) و ۱۱ (بهمن) به نسبت سایر ماه ها بالاتر بود.

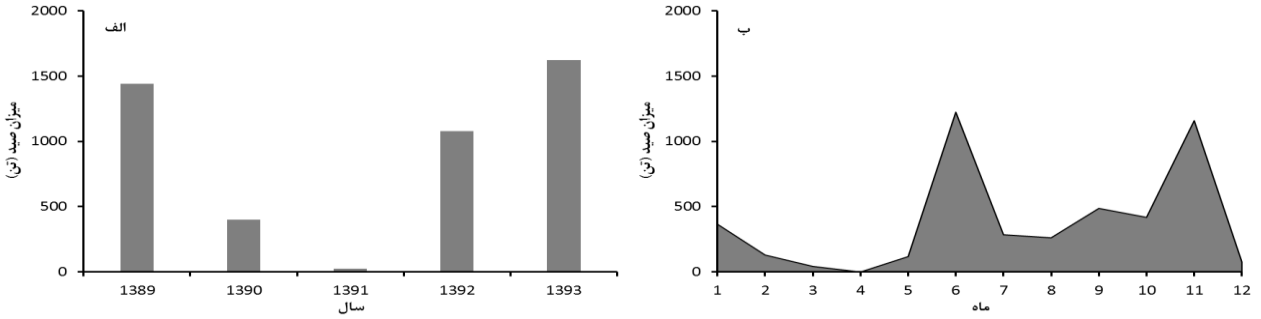
نتایج آماری مدل جمعی تعمیم یافته با توزیع گاوسی و دوجمله ای در فصول گرم و سرد در جداول ۲ تا ۵ نشان داده شده است. در نتایج مدل جمعی تعمیم یافته به طور مشخص میزان تاثیرگذاری (به لحاظ آماری) با ورود متغیر مربوطه نشان داده شده است. نتایج مدل جمعی تعمیم یافته با توزیع گاوسی در فصل گرم نشان داد مدل توانایی توضیح ۶۱,۳ درصد انحراف را دارد (جدول ۲). در این مدل به ترتیب متغیرهای زمانی (سال، ماه صید) و مکانی (عرض و طول جغرافیایی) بیشترین تاثیر را در مدل داشتند. از متغیرهای محیطی نیز شوری و دمای سطحی آب دریا، تولید اولیه خالص و عمق لایه مخلوط شونده بیشترین تاثیر را در توضیح مدل داشتند. در همین فصل در مدل با توزیع دوجمله‌ای متغیرهای محیطی دمای سطحی و ارتفاع سطح آب دریا بیشترین نقش را داشتند (جدول ۳). اما متغیرهای مکانی و به ویژه عرض جغرافیایی نقش بمراتب بالاتری را در این مدل بیان نمود. توضیح انحراف در این مدل ۷۶,۴ درصد و میزان AIC نیز در این مدل ۱۴۳,۹۷ و در مدل گاوسی برابر با ۹۶۵,۷۰ تعیین شد.

در فصل سرد، نتایج مدل جمعی تعمیم یافته با توزیع گاوسی مشخص نمود متغیرهای مکانی بویژه عرض جغرافیایی در این فصل نقش قابل توجهی را دارند و متغیر زمانی (سال و ماه) نقش کمتری را ایفا نمودند (جدول ۴). از متغیرهای محیطی نیز به ترتیب عمق لایه مخلوط شوند، شوری سطحی آب و دمای سطحی بیشترین تاثیر را در پراکنش تون زرد باله در این فصل داشتند. میزان توضیح انحراف نیز در این فصل به نسبت فصل گرم در هر دو مدل گاوسی و دوجمله ای کمتر بود. میزان AIC نیز به ترتیب برابر با ۱۴۱۰,۸ و ۴۲۸,۸ در مدل با توزیع گاوسی و دوجمله ای تعیین شد که بیشتر از مقادیر آن در فصل گرم بود. در مدل با توزیع دوجمله ای در همین فصل (جدول ۵) دمای سطحی آب دریا نقش مهمتری را در توضیح انحراف نشان داد. همچنین نتایج مدل نشان داد متغیرهای زمانی بویژه سال مجدداً نقش مهمتری را نشان دادند.

شاخص مطلوبیت (SI) در فصل گرم و سرد بین ۰ (کمترین) و ۱ (بیشترین)، در شکل ۳ نشان داده شده است. بجز دمای سطحی آب دریا و تولید اولیه خالص، تقریباً روند مشابهی بین شاخص مطلوبیت در فصل سرد و گرم مشاهده شد (شکل ۳). طول جغرافیایی پایین (۵۰ تا ۶۵ 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 سانتی گراد) و در فصل گرم در مقادیر بالا (۳۱-۳۲ درجه سانتی گراد) مطلوبیت بالاتری را برای ماهی تون زردباله نشان دادند (شکل ۲). شوری سطحی آب دریا و عمق لایه هم

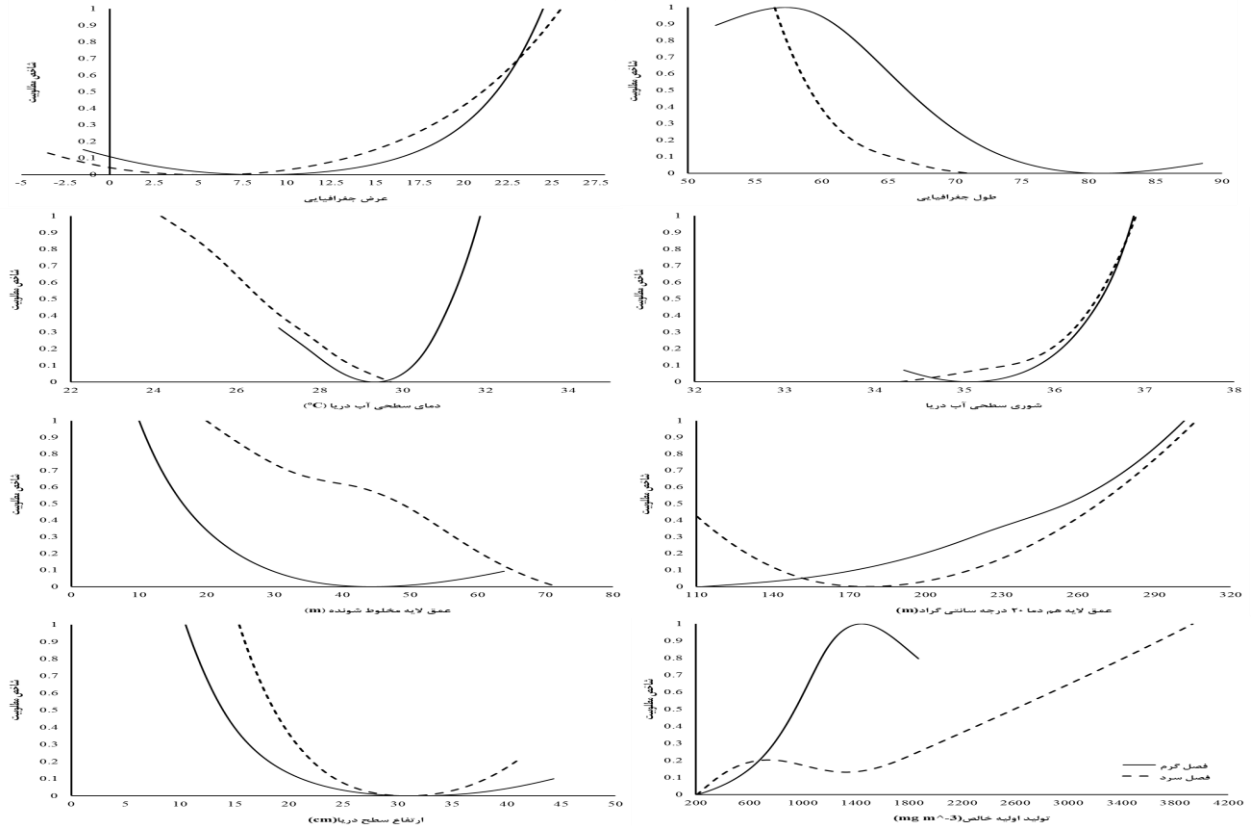
[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.1.15.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110331]

دمایی ۲۰ درجه سانتی گراد (به عنوان شاخص عمق لایه ترموکلاین) در مقادیر بالاتر مطلوبیت بالاتری را برای گونه مورد مطالعه داشت. از سوی دیگر عمق لایه مخلوط شونده و ارتفاع سطح آب دریا در مقادیر پایین تر در هر دو فصل مطلوبیت بالاتری را نشان دادند. تولید اولیه خالص نیز در مقادیر پایین در فصل گرم و در مقادیر بالا در فصل سرد شاخص مطلوبیت بالا تری را برای ماهی تون زرد باله صید شده توسط شناورهای صیادی پرسایر نشان داد.



شکل ۲: میزان صید سالانه (الف) و تجمعی ماهانه (ب) تون زردباله طی سال های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۳ توسط شناورهای صنعتی پرسایر در آبهای دریای عمان و اقیانوس هند

Figure 2: Annual (a) and monthly cumulative (b) catch of yellowfin tuna from 2010 to 2014 by Iranian Purse seiner in Oman Sea and Indian Ocean



شکل ۳: شاخص مطلوبیت ماهی تون زردباله در پاسخ به متغیرهای مختلف به تفکیک فصول گرم و سرد

Figure 3: Suitability index curve of yellowfin tuna in response to environmental variables in cold and warm season

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.1.15.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110331]

جدول ۲: نتایج آماری مدل جمعی تعمیم یافته با توزیع گاوسی در پراکنش ماهی تون زرد باله در فصل گرم

Table 2: Statistical results of generalized additive model by applying Gaussian distribution in yellowfin tuna distribution in warm season

متغییر	باقیمانده درجه آزادی	باقیمانده انحراف	توضیح انحراف	درصد توضیح انحراف	سطح معنی داری	AIC	درصد توضیح AIC	ΔAIC
مدل صفر	۳۲۹,۰۰	۶۱۳,۶۸	-	-	-	۱۱۴۵,۲۳	-	-
+ سال	۳۲۵,۰۰	۵۳۷,۴۸	۷۶,۲۰	۲۰,۲۵	***	۱۱۰۹,۴۷	۱۹,۶۵	۱۴۶,۲۰
+ ماه	۳۲۰,۰۰	۴۸۶,۵۴	۵۰,۹۴	۱۳,۵۳	***	۱۰۸۶,۸۹	۱۲,۵۶	۱۲۳,۳۴
+ عرض جغرافیایی	۲۹۹,۰۰	۳۸۷,۰۸	۹۹,۴۶	۲۶,۴۳	***	۱۰۵۳,۱۵	۱۸,۳۹	۸۹,۸۷
+ طول جغرافیایی	۲۸۰,۰۰	۳۴۵,۴۱	۴۱,۶۷	۱۱,۰۷	***	۱۰۵۳,۵۶	-۰,۲۳	۹۰,۲۹
+ دمای سطحی آب دریا	۲۷۲,۳۵	۳۲۴,۴۴	۲۰,۹۷	۵,۵۷	**	۱۰۴۸,۱۸	۲,۹۶	۸۴,۹۱
+ شوری سطحی آب دریا	۲۷۱,۳۰	۲۸۷,۶۱	۳۶,۸۳	۹,۷۸	***	۱۰۱۰,۵۲	۲۰,۷۰	۴۷,۲۵
+ عمق لایه مخلوط شونده	۲۶۷,۷۱	۲۶۵,۹۲	۲۱,۶۹	۵,۷۶	***	۹۹۱,۸۳	-۳,۴۷	۲۸,۵۵
+ ارتفاع سطح دریا	۲۶۵,۶۰	۲۵۷,۱۸	۸,۷۴	۲,۳۲	**	۹۸۵,۰۲	۱۴,۰۲	۲۱,۷۴
+ عمق لایه هم دمایی ۲۰ درجه سانتی گراد	۲۶۴,۹۷	۲۵۷,۷۷	-۰,۵۹	-۰,۱۶	۱	۹۸۷,۰۵	۲,۶۳	۲۳,۷۷
+ تولید اولیه خالص	۲۵۸,۶۱	۲۳۸,۲۲	۱۹,۵۵	۵,۱۹	**	۹۷۳,۷۴	۷,۳۲	۱۰,۴۶
+ سرعتزمینگردناحیهای	۲۶۳,۷۵	۲۴۵,۸۱	-۷,۵۹	-۲,۰۲	۱	۹۷۳,۷۹	-۰,۰۳	۱۰,۵۲
+ سرعتزمینگردنصفالنهاری	۲۶۱,۶۳	۲۳۶,۸۷	۹,۰۳	۲,۴۰	**	۹۶۵,۷۰	۴,۴۵	۲,۴۲
+ انرژی جنبشی اِدی	۲۶۳,۳۰	۲۷۳,۳۱	-۰,۵۲	-۰,۱۴	۱	۹۶۳,۲۸	۱,۳۳	۰,۰۰
بهترین مدل	R-sq.(adj) = ۰,۵۱۷				توضیح انحراف = ٪۶۱,۳			

معنی داری در سطح ۰=***؛ ۰,۰۰۱ = **؛ ۰,۰۱ = *؛ ۰,۰۵ = ۰ و ۰,۱ = ۱

جدول ۳: نتایج آماری مدل جمعی تعمیم یافته با توزیع دوجمله ای در پراکنش ماهی تون زرد باله در فصل گرم

Table 3: Statistical results of generalized additive model by applying binomial distribution in yellowfin tuna distribution in warm season

متغییر	باقیمانده درجه آزادی	باقیمانده انحراف	توضیح انحراف	درصد توضیح انحراف	سطح معنی داری	AIC	درصد توضیح AIC	ΔAIC
مدل صفر	۳۲۹,۰۰	۳۵۱,۲۷	-	-	-	۳۵۳,۲۷	-	-
+ سال	۳۲۵,۰۰	۳۱۸,۰۱	۳۳,۲۶	۱۲,۳۹	***	۳۲۸,۰۱	۱۲,۲۵	۱۸۴,۰۳
+ ماه	۳۲۰,۰۰	۲۶۸,۳۲	۴۹,۶۹	۱۸,۵۰	***	۲۸۸,۳۲	۱۹,۲۵	۱۴۴,۳۵
+ عرض جغرافیایی	۳۱۲,۱۶	۱۵۴,۳۲	۱۱۴,۰۰	۴۲,۴۶	***	۱۹۰,۰۱	۴۷,۶۹	۴۶,۰۳
+ طول جغرافیایی	۳۱۰,۳۳	۱۲۹,۳۱	۲۵,۰۱	۹,۳۱	***	۱۶۸,۶۵	۱۰,۳۶	۲۴,۶۸

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.1.15.2]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110331]

متغییر	باقیمانده درجه آزادی	باقیمانده انحراف	توضیح انحراف	درصد توضیح انحراف	سطح معنی داری	AIC	درصد توضیح AIC	ΔAIC
+ دمای سطحی آب دریا	۳۰۱,۱۴	۱۰۹,۴۰	۱۹,۹۱	۷,۴۲	*	۱۶۷,۱۲	۰,۷۴	۲۳,۱۵
+ شوری سطحی آب دریا	۳۰۲,۳۱	۱۱۴,۳۶	-۴,۹۶	-۱,۸۵	*	۱۶۹,۷۴	-۱,۲۷	۲۵,۷۷
+ ارتفاع سطح دریا	۲۹۷,۳۷	۸۲,۶۵	۳۱,۷۱	۱۱,۸۱	***	۱۴۷,۹۱	۱۰,۵۹	۳,۹۴
+ عمق لایه مخلوط شونده	۲۹۶,۲۸	۸۲,۶۹	-۰,۰۴	-۰,۰۱	۱	۱۵۰,۱۳	-۱,۰۷	۶,۱۵
+ عمق لایه هم دمایی ۲۰ درجه سانتی گراد	۲۹۶,۷۰	۸۳,۰۴	-۰,۳۵	-۰,۱۳	۱	۱۴۹,۶۴	۰,۲۴	۵,۶۶
+ تولید اولیه خالص	۲۹۶,۴۵	۸۶,۱۸	-۳,۱۴	-۱,۱۷	۱	۱۵۳,۲۸	-۱,۷۷	۹,۳۱
+ سرعتزمینگردناحیه های	۲۹۷,۴۷	۸۲,۷۸	۳,۴۰	۱,۲۷	۱	۱۴۷,۸۴	۲,۶۴	۳,۸۷
+ سرعتزمینگردنصفا لنهاری	۲۹۹,۳۲	۸۲,۶۱	۰,۱۷	۰,۰۶	۱	۱۴۳,۹۷	۱,۸۸	۰,۰۰
+ انرژی جنبشی اِدی	۲۹۷,۸۳	۸۲,۷۷	-۰,۱۶	-۰,۰۶	۱	۱۴۷,۱۱	-۱,۵۲	۳,۱۴
بهترین مدل	R-sq.(adj) = ۰,۷۳۴					توضیح انحراف = ۷۶,۴٪		

معنی داری در سطح ۰=***؛ ۰,۰۰۱ = **؛ ۰,۰۱ = *؛ ۰,۰۵ = ۰ و ۰,۱ = ۱

جدول ۴: نتایج آماری مدل جمعی تعمیم یافته با توزیع گاوسی در پراکنشماهی تون زرد باله در فصل سرد

Table 2: Statistical results of generalized additive model by applying Gaussian distribution in yellowfin tuna distribution in cold season

متغییر	باقیمانده درجه آزادی	باقیمانده انحراف	توضیح انحراف	درصد توضیح انحراف	سطح معنی داری	AIC	درصد توضیح AIC	ΔAIC
مدل صفر	۴۰۱	۸۱۶,۴۲	-	-	-	۱۴۲۹,۶۳	-	-
+ سال	۳۹۶	۷۶۶,۲۴	۵۰,۱۸	۱۸,۱۷	***	۱۴۱۴,۱۳	۸۲,۸۲	۸,۴۱
+ ماه	۳۹۱	۷۵۴,۲۷	۱۱,۹۷	۴,۴۳	۱	۱۴۱۷,۸۰	-۱۹,۶۲	۱۲,۰۹
+ عرض جغرافیایی	۳۷۲	۷۰۳,۰۰	۵۱,۲۶	۱۸,۵۶	*	۱۴۲۷,۵۱	-۵۱,۸۵	۲۱,۷۹
+ طول جغرافیایی	۳۴۱	۶۱۱,۷۲	۹۱,۲۸	۳۳,۰۶	**	۱۴۳۳,۶۰	-۳۲,۵۳	۲۷,۸۸
+ دمای سطحی آب دریا	۳۹۹,۱۳	۶۰۳,۴۷	۸,۲۵	۲,۹۹	۰	۱۴۳۱,۸۹	۹,۱۵	۲۶,۱۷
+ شوری سطحی آب دریا	۳۳۷,۸۵	۵۷۸,۳۱	۱۶,۱۵	۵,۸۵	**	۱۴۲۳,۵۳	۴۴,۶۲	۱۷,۸۲

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.1.15.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110331]

متغییر	باقیمانده درجه آزادی	باقیمانده انحراف	توضیح انحراف	درصد توضیح انحراف	سطح معنی داری	AIC	درصد توضیح AIC	ΔAIC
+ عمق لایه مخلوط شونده	۳۳۱,۹۶	۵۴۶,۶۱	۴۰,۷۰	۱۴,۷۴	***	۱۴۰۶,۴۴	۲,۰۱	۰,۷۲
+ ارتفاع سطح دریا	۳۳۱,۳۶	۵۴۵,۵۱	۱,۱۰	۰,۴۰	۱	۱۴۰۶,۸۱	۸۹,۳۲	۱,۱۰
+ عمق لایه هم دمایی ۲۰ درجه سانتی گراد	۳۳۰,۶۸	۵۴۲,۱۷	۳,۳۳	۱,۲۱	۱	۱۴۰۵,۷۲	۳,۸۵	۰,۰۰
+ تولید اولیه خالص	۳۲۹,۵۲	۵۴۱,۳۹	۰,۷۸	۰,۲۸	۱	۱۴۰۷,۴۲	-۹,۲۶	۱,۷۳
+ سرعتزمینگردناحیهای	۳۲۸,۳۹	۵۴۰,۶۰	۰,۷۸	۰,۲۹	۱	۱۴۰۹,۱۳	-۹,۰۰	۳,۴۲
+ سرعتزمینگردنصفالنهاری	۳۲۷,۴۲	۵۴۰,۲۹	۰,۳۰۸	۰,۱۱	۱	۱۴۱۰,۸۵	-۹,۱۷	۵,۱۳
+ انرژی جنبشی اِدی	۳۲۷,۳۸	۵۴۰,۲۹	۰,۰۰	۰,۰۰	۱	۱۴۱۰,۹۱	-۰,۳۴	۵,۲۰
بهترین مدل			R-sq.(adj) = ۰,۱۸۹				توضیح انحراف = ۳۳,۸٪	

معنی داری در سطح ۰=***؛ ۰,۰۰۱ = **؛ ۰,۰۱ = *؛ ۰,۰۵ = ۰ و ۰,۱ = ۱

جدول ۵: نتایج آماری مدل جمعی تعمیم یافته با توزیع دوجمله ای در پراکنشماهی تون زرد باله در فصل سرد

Table 3: Statistical results of generalized additive model by applying binomial distribution in yellowfin tuna distribution in cold season

متغییر	باقیمانده درجه آزادی	باقیمانده انحراف	توضیح انحراف	درصد توضیح انحراف	سطح معنی داری	AIC	درصد توضیح AIC	ΔAIC
مدل صفر	۴۰۱	۵۱۸,۴۱	-	-	-	۵۲۰,۴۱	-	-
+ سال	۳۹۶	۴۹۰,۰۶	۲۸,۳۵	۱۶,۸۳	***	۵۰۲,۰۶	۲۰,۲۸	۷۳,۴۴
+ ماه	۳۹۱	۴۷۰,۹۳	۱۹,۱۳	۱۱,۳۶	**	۴۹۲,۹۲	۱۰,۰۹	۶۴,۳۱
+ عرض جغرافیایی	۳۸۴,۹۶	۴۵۱,۳۶	۱۹,۵۷	۱۱,۶۲	**	۴۸۵,۴۳	۸,۲۸	۵۶,۸۱
+ طول جغرافیایی	۳۲۸,۰۹	۴۴۰,۱۳	۱۱,۲۳	۶,۶۷	**	۴۷۹,۹۵	۶,۰۵	۵۱,۳۴
+ دمای سطحی آب دریا	۳۷۱	۴۰۲,۷۱	۳۷,۴۲	۲۲,۲۱	***	۴۶۴,۷۱	۱۶,۸۴	۳۶,۰۹
+ شوری سطحی آب دریا	۳۷۳,۳۶	۳۹۸,۸۷	۳,۸۴	۲,۲۸	۱	۴۵۶,۱۴	۹,۴۷	۲۷,۵۲
+ ارتفاع سطح دریا	۳۶۸,۱۹	۳۹۰,۷۴	۸,۱۳	۴,۸۳	۱	۴۵۸,۳۶	-۲,۴۵	۲۹,۷۵
+ عمق لایه مخلوط شونده	۳۶۹,۱۶	۳۶۷,۶۲	۲۳,۱۲	۱۳,۷۳	۱	۴۳۳,۳۰	۲۷,۶۸	۴,۶۹
+ عمق لایه هم دمایی ۲۰ درجه سانتی گراد	۳۶۸,۸۳	۳۶۷,۰۴	۰,۵۷	۰,۳۴	۱	۴۳۳,۳۸	-۰,۰۸	۴,۷۶
+ تولید اولیه خالص	۳۶۷,۷	۳۶۱,۷۶	۵,۲۸	۳,۱۴	*	۴۳۰,۳۷	۳,۳۲	۱,۷۵
+ سرعتزمینگردناحیهای	۳۶۵,۳	۳۵۵,۲۱	۶,۵۵	۳,۸۹	۱	۴۲۸,۶۲	۱,۹۳	۰,۰۰
+ سرعتزمینگردنصفالنهاری	۳۶۳,۱۸	۳۵۱,۱۵	۴,۰۶	۲,۴۱	۱	۴۲۸,۷۹	-۰,۱۹	۰,۱۸
+ انرژی جنبشی اِدی	۳۶۲,۰۴	۳۴۹,۹۷	۱,۱۸	۰,۷۰	۱	۴۲۹,۸۹	-۱,۲۱	۱,۲۷
بهترین مدل			R-sq.(adj) = ۰,۳۱۳				توضیح انحراف = ۳۲,۵٪	

معنی داری در سطح ۰=***؛ ۰,۰۰۱ = **؛ ۰,۰۱ = *؛ ۰,۰۵ = ۰ و ۰,۱ = ۱

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.1.15.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110331]

بحث

تون ماهیان نقش قابل توجه ای را در اکوسیستم های دریایی و اقیانوسی به جهت اهمیت اکولوژیک و اقتصادی در سطح جهانی ایفا می‌کنند (Reygondeau *et al.*, 2012; Arrizabalaga *et al.*, 2015). در دهه های اخیر استحصال تون ماهیان با بهره‌گیری از ارتباطات پراکنش آنها با متغیرهای محیطی استخراج شده از تصاویر ماهواره ای گسترش یافته است، بطوریکهبه طور گسترده در مطالعات پراکنش تون ماهیان استفاده شده است(Weng *et al.*, 2009; Lan *et al.*, 2011; Lan *et al.*, 2012; Goñi *et al.*, 2015).

در این میان ماهی تون زرد باله علاوه براینکه یکی از گونه های تجاری و کلیدی منابع شیلاتی در سطح جهانی است (Yen *et al.*, 2012). در این مطالعه ارتباط بین متغیرهای زمانی، مکانی و محیطی در ارتباط با پراکنش ماهی تون زردباله حاصل از صید شناورهای صنعتی پرسایینر طی سالهای ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۳ مورد بررسی قرار گرفت. 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 به ترتیب متغیر زمانی و مکانی (سال و عرض جغرافیایی) بیشترین تاثیر را در هر دو مدل جمعی تعمیم یافته با توزیع گاوسی و دوجمله ای داشت. در تحقیقات گذشته مشخص شده است دو فاکتور یادشده از جمله مهمترین فاکتورها در مطالعه پراکنش و اثرات تغیرات اقلیم تون ماهیان اقیانوس هند و آرام بوده است (Su *et al.*, 2008; Lan *et al.*, 2011; Lan *et al.*, 2012 Lan *et al.*, 2013) تاثیرات مکانی به حدی بوده است که برای مدیریت و بررسی بهتر میزان نوسانات صید بجهت استانداردسازی صید به ازای واحد تلاش نسبت به منطقه بندی اکوسیستم مورد مطالعه تاکید شده است؛ چرا که بررسی یکپارچه منجر به ایجاد خطا در نتایج خواهد شد (Su *et al.*, 2008). از سوی دیگر آنچه که از نتایج مشخص می شود تمرکز شناورهای صیادی ایرانی در محدوده آبهای دریای عمان می باشد. بطوریکه شاخص مطلوبیت در طول جغرافیایی پایین (۵۰ تا ۶۵ درجه) و عرض جغرافیایی بالا (۲۲,۵ تا ۲۷,۵ درجه) مبین حضور شناورها و در نتیجه پراکنش تون ماهیان در این حوزه می باشد. البته اگرچه گشت زنی در کل حوزه اتفاق افتاده است ولی به جهت عدم استفاده از علوم و تکنولوژی روز از قبیل استفاده از سامانه ها و مدل های آنلاین تصاویر ماهواره ای مربوط به متغیرهای محیطی و ابزار تجمیع کننده گله های ماهی[11] برای تشخیص گله های تون ماهیان، بازده صیادی را به نسبت سایر کشورها کاهش داده و این موضوع به نوبه خود منجر گردیده شناورها به جهت عمر ناوگان، توانمندی ناوگان برای اقیانوس نوردی، مدیریت مصرف سوخت و مهمتر از همه عدم مدیریت و برنامه ریزی مناسب شرکتهای متبوعه، بیشتر در آبهای نزدیک کشورمان (عرض جغرافیایی بالا) حضور داشته باشند. مشخصاً عنوان شده است شناورهای صنعتی لانگ لاین سایر کشور ها به ویژه تایوان و ژاپن اخیراً بیشترین میزان صید به ازای واحد تلاش را در دریای عرب و در عرض های ۱۰ درجه جنوبی تا ۲۰ درجه شمالی (شرق افریقا تا عمان) اقیانوس هند به ثبت رسانده اندو این موضوع موکد حضور و پراکنش بالای تون ماهیان و به ویژه تون زردباله در این مناطق است (Lan *et al.*, 2012). از این رو لزوم مدیریت ناوگان و تخصیص تکنولوژی های نوین به جهت ارتقاء استحصال از منابع مشترک (بجهت عضویت ایران در IOTC) در این حوزه بسیار مشهود بوده و بهتر است مورد توجه مدیران حوزه متبوعه قرار گیرد.

به طورکلی فاکتورهای محیطی از قبیل درجه حرارت و دسترسی به غذا نقش قابل توجه ای را در پراکنش و فراوانی تون ماهیان (Block *et al.*, 1997; Mugo *et al.*, 2010; Lan *et al.*, 2012; Arrizabalaga *et al.*, 2015)و سایر گونه ها (Chang *et al.*, 2013; Haghi Vayghan *et al.*, 2016a, b;) دارد. در این مطالعه مشخص شد پراکنش ماهی تون زردباله در فصل گرم بیشتر متاثر از دما و شوری سطحی آب دریا به همراه عمق لایه مخلوط شونده، تولید اولیه خالص و ارتفاع سطح آب دریا بوده است. بطور مشخص در این فصل پراکنش تون زردباله در درجه حرارت، شوری و عمق لایه هم دمای ۲۰ درجه سانتی گراد با مقادیر بالاتر بیشتر مشاهده شد. گزارش شده است با

[11] Fish Aggregation Devices

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.1.15.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110331]

افزایش درجه حرارت در فصل تابستان و در نتیجه کاهش عمق لایه مخلوط شونده و افزایش عمق لایه هم دمای ۲۰ درجه سانتی گراد (ترموکلاین) پراکنش عمودی تون زردباله محدود شده و به نوعی این موضوع در ارتباط با فصل تولید مثل این گونه نیز می باشد (Schaefer & Fuller, 2007; Schaefer *et al.*, 2007). در مطالعه ای که در آبهای شمال شرق اقیانوس هند صورت گرفت مشخص شد تون زرد باله در آبهای با دمای سطحی ۲۸ تا ۳۰ درجه سانتی گراد و مقادیر کم کلروفیل آ بیشتر حضور دارد (Rajapaksha *et al.*, 2010)ولی تفکیکی در ارتباط با مهاجرت فصلی و مطلوبیت فصلی متغیرهای محیطی انجام نشد.در مطالعه دیگری که بر روی داده های صید شناورهای لانگ لاین کشور تایوان در دریای عرب صورت پذیرفتحاکی از ارتباط معنی دار میزان صید و پراکنش ماهانه تون زردباله با دمای سطحی آب دریا، کلروفیل آ و عمق لایه ترموکلاین بود (Lan *et al.*, 2012) بطوریکه با کاهش عمق لایه ترموکلاین و دمای بیش از ۲۵ درجه سانتی گراد میزان صید به ازای واحد تلاش افزایش یافت.به نظر می رسد حضور در مناطق با مقادیر مثبت و کم ارتفاع سطح آب دریا (SSH) به نوعی شاخص جریانات دریایی سیکلونیک[۱۲] است (Valavanis *et al.*, 2008) و درنتیجه کاهش جریانات فراچاهندگی را القاء می نماید که نهایتاً کاهش تولید اولیه در مقایسه با فصل سرد را به دنبال دارد. در فصل سرد نیز به دلیل وقوع جریانات فراچاهندگی و در کنار کاهش درجه حرارت، میزان تولید اولیه خالص که ارتباط غیر مستقیم با رژیم غذایی تون ماهیان (به ویژه اسکوئید) دارد منجر به پراکنش این گونه در مناطق با تولید اولیه خالص بالا و درجه حرارت پایین به جهت حضور سطح زیان ریز می باشد (Overholtz, 2006; Schick & Lutcavage, 2009). اگرچه در این تحقیق رفتار شنای عمودی مورد بررسی قرار نگرفته است اما عنوان شده است تون ماهیان علاوه بر مهاجرت های تغذیه ای و تولید مثلی (Kaymaram *et al.*, 2014)دارای شنای عمودی در روز و شب می باشند، به طوریکه مشخص شده است این شنای عمودی همواره بالای عمق لایه ترموکلاین بوده و حداکثر آن همواره بالای عمق ۱۰۰ متر به ثبت رسیده است(Matsumoto *et al.*, 2014; Matsumoto *et al.*, 2016). بهرحال تحقیقات آتی با بهره گیری از داده های بلند مدت (بویژه داده های حاصل از مطالعات تحقیقاتی) و در کنار بکارگیری تصاویر ماهواره ای با قدرت وضوح بالاتر بهمراه بررسی جبهه های دمایی و تولیدات اولیه می تواند کمک بسزایی در کاهش خطا ها در تخمین پراکنش تون ماهیان مورد استحصال شناورهای صنعتی کشور مان داشته باشد.

از نتایج تحقیقات گذشته در خصوص تغییرات اقلیم و اثرات آن بر ذخایر گونه های آبزی مشخصاً نظرات متناقضی بیان می شود. اما آنچه که اتفاق نظر در آن مشهود است اثرات آن بر میزان کاهش صید در نتیجه کاهش زیستگاه های در دسترس و درنتیجه کاهش توان تولید مثل و بازماندگی نوزادان و البته فشار صیادی می باشد(Hobday & Lough, 2011; Last *et al.*, 2011). در بُعد دیگر صید بی رویه تون ماهیان و بویژه تون زردباله در اقیانوس هند منجر به کاهش ذخایر تا مرز هشدار شده است (IOTC, 2015). در کشور ما سطح زیان درشت با میزان استحصال کل بیش از ۲۷۰ هزار تن درسالبعنوان مهمترین منبع استحصال آبزیان در آبهای جنوب محسوب می شوند. صید سطح زیان درشت در آبهای جنوبی عمدتاً با روش تورهای گوشگیر صورت می گیرد که متاسفانه معایبی را در مقایسه با روش های لانگ لاین و پرساینر دارد. همچنین در میان تون ماهیان استحصال شده گونه های هوور، زردباله (گیدر) و هوور مسقطی به ترتیب بیشترین میزان صید را طی سالهای گذشته به خود اختصاص می دهند که تنها بخش ناچیزی از این میزان صیدتوسط شناورهای صنعتی پرساینر صورت می پذیرد(شکل ۲). لذا با درنظر گرفتن موارد مذکور، در کنار کاهش فشار صیادی جهت پایداری ذخایر (Kaymaram *et al.*, 2014)، لزوم برنامه ریزی و اجرای مدیریت اکوسیستم محور در اقیانوس هند و به ویژه حوزه فعالیت شیلات کشورمان به عنوان عضوی از کمیسیون تون ماهیان اقیانوس هند پیشنهاد می شود. از اینرو با توجه به اینکه اولین قدم در اجرای این رویکرد (مدیریت اکوسیستم محور شیلاتی) دانش کافی در حوزه آن اکوسیستم از جمله زیستگاه مطلوب گونه هدف و نوع رفتار و محدوده پراکنش آن در ارتباط با متغیرهای محیطی است (Thrush &

[۱۲] Cyclonic

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.1.15.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110331]

Dayton, 2010) توصیه می شود این هدف جزء اولویت‌های اولیه مدیران شیلات کشور، به لحاظ سهم قابل توجه ای از برداشت های آبزیان دریایی و اشتغال، در نظر گرفته شود.بطور کلی علیرغم اهمیت و جایگاه کشور در استحصال تون ماهیان، این حوزه هنوز صنعتی نشده است و از روشهای صیدبا تور گوشگیر برای استحصال آن استفاده می شود. اگرچه با بهره گیری از شناورهای پرسایینر تا حدودی برای صنعتی شدن تلاش هایی صورت پذیرفته است اما استفاده از شناورهای صنعتی با تکنولوژی لانگ لاین همانند کشورهای ژاپن و تایوان کمک خواهد نمود تا ضمن دسترسی شناورها 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 به جهت تامین داده ها و آقای رضا عباسپور نادری به جهت مساعدت کمال تشکر را داریم. همچنین نویسندگان از پیشنهادات سازنده داوران که موجب ارتقاء سطح کیفی این مقاله گردید کمال تشکر و سپاس را دارند.

منابع

Arrizabalaga, H., Dufour, F., Kell, L., Merino, G., Ibaibarriaga, L., Chust, G., Irigoien, X., Santiago, J., Murua, H., Fraile, I. and Chifflet, M., 2015. Global habitat preferences of commercially valuable tuna. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 113: 102-112. DOI: http://doi.org/10.1016/j.dsr2.2014.07.001

Block, A.B., Keen, E.J., Castillo, B., Dewar, H., Freund, V.E., Marcinek, J.D., Brill, W.R. and Farwell, C., 1997. Environmental preferences of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) at the northern extent of its range. Marine Biology, 130(1): 119-132. DOI: 10.1007/s002270050231

Chang, Y.J., Sun, C.L., Chen, Y., Yeh, S.Z., DiNardo, G. and 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, 70: 1000–1012. DOI: https://doi.org/10.1093/icesjms/fss190

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. and Carr, M.H., 2010. Guiding ecological principles for marine spatial planning. Marine Policy, 34(5): 955-966. DOI: http://doi.org/10.1016/j.marpol.2010.02.001

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. and Richardson, A.J., 2009. Pelagic protected areas: the missing dimension in ocean conservation. Trendsin Ecology & Evolution, 24(7): 360-369. DOI: http://doi.org/10.1016/j.tree.2009.01.011.

Goñi, N., Didouan, C., Arrizabalaga, H., Chifflet, M., Arregui, I., Goikoetxea, N. and Santiago, J., 2015. Effect of oceanographic parameters on daily albacore catches in the Northeast Atlantic. Deep Sea Research PartII: Topical Studies in Oceanography, 113: 73-80. DOI: http://doi.org/10.1016/j.dsr2.2015.01.012

Haghi Vayghan, A., Poorbagher, H., Taheri Shahraiyni, H., Fazli, H. and Nasrollahzadeh Saravi, H., 2013. Suitability indices and habitat suitability

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.1.15.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110331]

IOTC., 2015. Report of the 18th Session of the IOTC Scientific Committee. Bali, Indonesia, IOTC. 175.

Jayasundara, N., Gardner, L.D. and 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): R1010-R1020. DOI: 10.1152/ajpregu.00254.2013

Kaplan, D.M., Chassot, E., Amandé, J.M., Dueri, S., Demarcq, H., Dagorn, L. and 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. DOI: https://doi.org/10.1093/icesjms/fst233

Kaymaram, F., Hosseini, S.A., Darvishi, M. and Parafkandeh, F., 2014. Estimates of length-based population parameters of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the Oman Sea. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 14.(۱) DOI:

Lan, K.-W., Evans, K. and 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. DOI: 10.1007/s10584-012-0637-8

Lan, K.-W., Lee, M.-A., Lu, H.-J., Shieh, W.-J., Lin, W.-K. and Kao, S.-C., 2011. Ocean variations associated with fishing conditions for yellowfin tuna(*Thunnus albacares*) in the index model of Caspian kutum (*Rutilus frisii* kutum) in the southern Caspian Sea. Aquatic Ecology, 47(4): 441-451. DOI: 10.1007/s10452-013-9457-9

Haghi Vayghan, A., Fazli, H., Ghorbani, R., Lee, M.A. and 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. DOI: http://dx.doi.org/10.4081/jlimnol.2015.1215

Haghi Vayghan, A., Zarkami, R., Sadeghi, R. and 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. DOI: 10.1007/s10750-015-2446-3

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

Hermosilla, C., Rocha, F. and Valavanis, V., 2011. Assessing *Octopus vulgaris* distribution using presence-only model methods. Hydrobiologia, 670(1): 35-47. DOI: 10.1007/s10750-011-0671-y

Hobday, A.J. and Lough ,J.M., 2011. Projected climate change in Australian marine and freshwater environments. Marine and Freshwater Research, 62(9): 1000-1014. DOI: https://doi.org/10.1071/MF10302

IOTC., 2011. Report of the Fourteenth Session of the IOTC Scientific Committee. Mahe´, Seychelles, Indian Ocean Tuna Commission.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.1.15.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110331]

equatorial Atlantic Ocean. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil, 68(6): 1063-1071. DOI: https://doi.org/10.1093/icesjms/fsr045

Lan, K.-W., Nishida, T., Lee, M.-A., Lu, H.-J., Huang, H.-W., Chang, S.-K. and 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. DOI: 10.6119/JMST-011-0506-1

Last, P.R., White, W.T., Gledhill, D.C., Hobday, A.J., Brown, R., Edgar, G.J. and 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. DOI: 10.1111/j.1466-8238.2010.00575.x

Matsumoto, T., Satoh, K., Semba, Y. and Toyonaga, M., 2016. Comparison of the behavior of skipjack (*Katsuwonus pelamis*), yellowfin (Thunnus albacares) and bigeye (T. obesus) tuna associated with drifting FADs in the equatorial central Pacific Ocean. Fisheries Oceanography: 25(6), pp.565-581. DOI: 10.1111/fog.12173

Matsumoto, T., Satoh, K. and 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. DOI:

Mugo, R ,.Saitoh, S.-I., Nihira, A. and 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. DOI: 10.1111/j.1365-2419.2010.00552.x

Overholtz, W., 2006. Estimates of consumptionof Atlantic herring (Clupea harengus) by bluefin tuna (*Thunnus thynnus)* during 1970–2002: an approach incorporating uncertainty. J. Northwest Atl. Fish. Sci, 36: 55-63.

Pikitch, E., Santora, E., Babcock, A., Bakun, A., Bonfil, R., Conover, D. Dayton, P.A.O., Doukakis, P., Fluharty, D., Heneman, B. and Houde, E.D., 2004. Ecosystem-based fishery management. Science, 305(Weekly): 346-347. DOI: 10.1126/science.1098222

Rajapaksha, J.K., Nishida, T. and Samarakoon, L., 2010. Environmental preferences of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the northeast Indian Ocean: an application of remote sensing data to longline catches. Vol. 43, IOTC.

Reygondeau, G., Maury, O., Beaugrand, G., Fromentin, J.M., Fonteneau, A. and Cury, P., 2012. Biogeography of tuna and billfish communities. Journal of Biogeography, 39(1): 114-129. DOI: 10.1111/j.1365-2699.2011.02582.x

Schaefer, K.M. and 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.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.1.15.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110331]

DOI: http://fishbull.noaa.gov/1053/schaefer.pdf

Schaefer, K.M., Fuller, D.W. and 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. DOI: 10.1007/s00227-007-0689-x

Schick, R.S. and Lutcavage, M.E., 2009. Inclusion of prey data improves prediction of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) distribution. Fisheries Oceanography, 18(1): 77-81. DOI: 10.1111/j.1365-2419.2008.00499.x

Sibert, J., Senina, I., Lehodey, P. and 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. DOI: 10.1073/pnas.1209468109

Su, N.-J., Sun, C.-L., Punt, A.E., Yeh, S.-Z. and 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. DOI: http://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.07.017

Su, N.-J., Yeh, S.-Z., Sun, C.-L., Punt, A.E., Chen, Y. and Wang, S.-P., 2008. Standardizing catch and effort data of the Taiwanese distant-water longlinefishery in the western and central Pacific Ocean for bigeye tuna, Thunnus obesus. Fisheries Research, 90(1): 235-246. DOI: http://doi.org/10.1016/j.fishres.2007.10.024

Sumaila, U.R., Zeller, D., Watson, R., Alder, J. and Pauly, D., 2007. Potential costs and benefits of marine reserves in the high seas. MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES, 345: 305-310. DOI:

Thrush, S.F. and Dayton, P.K., 2010. What Can Ecology Contribute to Ecosystem-Based Management? Annual Review of Marine Science, 2(1): 419-441. DOI: https://doi.org/10.3354/meps07065

Tian, S., Chen, X.j., Chen, Y., Xu, L. and 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. DOI: http://doi.org/10.1016/j.fishres.2008.08.012

Valavanis, V., Pierce, G., Zuur, A., Palialexis, A., Saveliev, A., Katara, I. and Wang, J., 2008. Modelling of essential fish habitat based on remote sensing, spatial analysis and GIS. Hydrobiologia, 612(1): 5-20. DOI: 10.1007/s10750-008-9493-y

Weng, K.C., Stokesbury, M.J.W., Boustany, A.M., Seitz, A.C., Teo, S.L.H., Miller, S.K. and Block, B.A., 2009. Habitat and behaviour of yellowfintuna Thunnus albacares in the Gulf of Mexico determined using pop-up satellite archival tags. Journal of Fish Biology, 74(7): 1434-1449. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2009.02209.x

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

Worm, B., Hilborn, R., Baum, J.K., Branch, T.A., Collie, J.S., Costello, C. Fogarty, M.J., Fulton, E.A., Hutchings, J.A.,

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.1.15.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110331]

Jennings, S. and Jensen, O.P., 2009. Rebuilding Global Fisheries. Science, 325(5940): 578-585. DOI: 10.1126/science.1173146

Yen, K.-W., Lu, H.-J., Chang, Y. and Lee, M.-A., 2012. Using remote-sensing data to detect habitat suitability for yellowfin tuna in the Western and Central Pacific Ocean. International Journal of Remote Sensing, 33(23): 7507-7522. DOI: http://dx.doi.org/10.1080/01431161.2012.685973

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

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.1.15.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110331]

Relationship between yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) distribution caught by Iranian purse seiners and environmental variables in the Indian Ocean

Haghi Vayghan A.[1]*; Ghorbani R.[1]; Peighambari S.Y.[1]; Lee M.A.[2]; Kaplan D.M.[3]; Block B.A.[4]

* ali_haghi@ut.ac.ir

1-Fisheries department, Faculty of fisheries and environment, Gorgan University of Agricultural science and Natural Resource, Gorgan, Iran
2-Department of Environmental Biology and Fisheries Science, National Taiwan Ocean University, 2 Pei-Ning Rd., Keelung, 20224, Taiwan
3-Virginia Institute of Marine Science, College of William & Mary, Gloucester Point, VA, U.S.A.
4-Department of Biology, Hopkins Marine Station, Stanford University, Pacific Grove, CA 93950, U.S.A

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-13]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.1.15.2]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110331]

Abstract

Yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) is one of the most important apex predator species that currently catch by Iranian purse seiners in the Indian Ocean and Oman Sea. This study considered the possible relationship of spatial, temporal and some satellite derived environmental variables on yellowfin tuna distribution to finally help implementing of ecosystem based fisheries management for stock recovery program and management of yellowfin tuna. Results of generalized additive model (GAM) (by assuming two distribution; binomial and Gaussian) revealed spatial and temporal explanatory variables plus sea surface temperature (SST), sea surface salinity (SSS), mixed layer depth (MLD) and net primary production (NPP) have the greatest impact on yellowfin tuna distribution in both cold and warm season. In addition, the results revealed that latitude had stronger effect on deviance explanation of model in warm season. On the other hand, in cold season, the effect of longitude and environmental variables was clear. In warm season, binomial distribution was explained higher deviance of model, though in cold season deviance explanation of best model was lower than warm season but no significant difference has detected. Since the early step in ecosystem management is the sufficient knowledge on ecosystem and distribution of target species in relationship to environmental variables, therefore this research could help Iranian purse seiners to improve the catch efficiency in order to help to implementing of ecosystem based management in the Indian Ocean.

Keywords: Yellowfin tuna, Indian Ocean, Distribution modeling, Ecosystem based fisheries management

*Corresponding author