13(4) 159-168, Winter 2022

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Effect of Climate change on Stingrays in Northern parts of the Persian Gulf and Oman Gulf

Mahnaz Rabbaniha [1], Sayed Aminollah Taghavi Motlagh [1], Nasir Niameymandi [2], Mohammad Hasan Gerami [*3], Mokhtar Akhondi [4]

[1] Iranian Fisheries research Institute, Agricultural Research Education and Extention Organization, Tehran, Iran
[2] Shrimp Research Institute, Iranian Fisheries Research Institute, Agricultural Research Education and Extention Organization, Bushehr, Iran
[3] Department of Fisheries, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
[4] Iran Fisheries Organization, Ministry of Agricultur-Jahad, Tehran, Iran

Key Words

Stingrays
Climate Change
Water parameters
Persian Gulf
Oman Gulf

Abstract

Introduction: This study conducted to analyses time series data of stingrays catch per unit effort (CPUE (kg/day) data from 2007 to 2018 from fishing grounds of the Persian Gulf and the Oman Gulf.

Materials & Methods: Data from sea surface temperature, chlorophyll a, evaporation, wind speed, rainfall and air temperature were also considered in the analysis. In order to investigate ecological status, regression models, neural networks and decision tree used to analyses data.

Result: According to the results, biomass of the stingrays stock showed different status in various parts of the water body and results revealed that stingrays stock significantly related with wind speed and sea surface water in Khuzestan waters, chlorophyll a in Bushehr waters, air temperature in Hormozgan waters and sea surface temperature in Sistan and Balouchestan waters. Technically, temperature was the constant significant coefficient in all parts of the study area.

Conclusion: To sum up, effect of climate change on stingray's biomass was sensible according to the results of this study and was vary between study sites.

* Corresponding Author's email: m.h.gerami@gmail.com
Received: 24 July 2020; Reviewed: 3 December 2020; Revised: 4 February 2021; Accepted: 7 March 2021
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.270122.2460

مقاله پژوهشی

بررسی پارامترهای موثر تغییر اقلیم بر ذخایر سفره ماهیان در آب‌های ایرانی خلیج فارس و خلیج عمان

مهناز ربانی‌ها[۱]، سیدامین‌اله تقوی‌مطلق[۱]، نصیر نیامیمندی[۲]، محمدحسن گرامی[۳]، مختار آخوندی[۴]*

[۱] موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
[۲] پژوهشکده میگوی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران
[۳] گروه آموزشی شیلات، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
[٤] سازمان شیلات ایران، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران

کلمات کلیدی

سفره ماهیان
تغییر اقلیم
پارامترهای آب
خلیج فارس
خلیج عمان

چکیده

مقدمه: این تحقیق در دوره زمانی سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۸٦ و در محدوده صیدگاه‌ها و مراکز تخلیه صید استان‌های جنوبی کشور با استفاده از داده‌های سری زمانی صید در واحد تلاش سفره ماهیان اجرا گردید.

مواد و روش‌ها: بر همین اساس داده‌های محیطی شامل درجه حرارت سطحی دریا، کلروفیل a، تبخیر، بارندگی، سرعت باد و درجه حرارت هوا استخراج و مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور تعیین روابط میزان صید سفره‌ماهیان با شرایط اکولوژیک، از روش‌های رگرسیون، شبکه عصبی و درخت تصمیم استفاده گردید.

نتایج: نتایج به‌دست آمده نشان داده است که میزان ذخیره در چهار استان خوزستان، بوشهر، هرمزگان و سیستان و بلوچستان روند متفاوتی داشته است. به‌طوری‌که ذخیره سفره‌ماهیان در آب‌های استان خوزستان با سرعت باد و درجه حرارت سطحی دریا، در آب‌های استان بوشهر با میزان کلروفیل a، در آب‌های استان هرمزگان با درجه حرارت هوا و در آب‌های استان سیستان و بلوچستان با درجه حرارت سطحی آب رابطه معنی‌داری داشته است. از بین عوامل ذکر شده دو عامل درجه حرارت هوا و سطحی دریا و در چهار استان افزایش نشان داده است.

نتیجه‌گیری و بحث: نتایج این تحقیق نشان می‌داد که تاثیر عوامل اقلیمی بر ذخایر سفره‌ماهیان در هر یک از نواحی ساحلی - دریایی استان‌های جنوبی کشور متفاوت می‌باشد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: m.h.gerami@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۰ آبان ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۱۳ آذر ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۱٦ بهمن ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۷ اسفند ۱۳۹۹
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.270122.2460

مقدمه

سفره‌ماهیان یا سپرماهیان (Batoids) که با نام کوسه‌ماهیان پهن (Flat sharks) نیز شناخته می‌شوند به‌همراه کوسه‌ماهیان و ماهیان شیمرا (Chimaeras)، از گروه ماهیان غضروفی (Elamsobranchs) هستند که در راس هرم غذایی قرار داشته و نقش مهمی در حفظ سلامت و عملکرد بوم‌سازگان‌های دریایی دارند (۱). درصورتی‌که بررسی درخصوص جایگاه زیست‌محیطی این گروه از آبزیان در حوضه‌های دریایی کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. این گروه از ماهیان کاملاً دریایی بوده و از تنوع گونه‌ای و زیستگاهی قابل توجهی برخوردار می‌باشند و از آن جایی که تغذیه اکثریت گونه‌های سفره‌ماهیان وابسته به بستر می‌باشد، در تغییر و بهبود ساختار بستر دریا نیز موثر هستند. در مناطقی که حضور و فعالیت سفره‌ماهیان زیاد است، شکاف‌های ایجاد شده که به آن‌ها گودال تغذیه (Feeding pit) می‌گویند، در بستر دریا زیاد به‌چشم می‌خورد. هرچه فعالیت تغذیه‌ای سفره‌ماهیان بیش‌تر باشد، منبع و تجمع مواد آلی در این گودال‌ها بیش‌تر و تجمع جمعیت‌های آبزی وابسته به آن‌ها جهت تغذیه نیز بیش‌تر دیده می‌شود. در این خصوص فعالیت‌های سایر آبزیان باعث افزایش غذای در دسترس برای سفره ماهیان خواهد شد (۲). سرعت و جریان‌های دریایی و جابجایی بسترهای نرم در تغذیه این گروه از ماهیان اثرگذار می‌باشد. در تعدادی از گونه‌های سطح‌زی و پلانکتون‌خوار نظیر خانواده سفره ماهیان عقابی (Myliobatidae) که با فیلتر کردن حجم زیادی از آب از پلانکتون‌ها تغذیه می‌کنند، به شکلی دیگر باعث فرآوری آب‌های سطحی می‌شوند. این موضوع نشان می‌دهد که این آبزیان چه نقش مهمی در گردش تغذیه و پالایش آب در دریا دارند. برخی از گونه‌های سفره ماهیان نظیر گونه‌های متعلق به خانواده‌های Dsyatidae و Gymnuridae در بخش زیادی از دوره زندگی، ساکن خوریات، مناطق جزر و مدی و آبراهه‌های جنگل‌های مانگرو می‌باشند (۳). سفره‌ماهیان با توجه به تنوع گونه‌ای و الگوهای متفاوت رفتاری، دارای پراکنش وسیعی در زیستگاه‌های ساحلی و دور از ساحل (مناطق عمیق) بوده که با درنظر گرفتن نقش آن‌ها در بازسازی بستر دریا (Bioturbation) و تغییرات فیزیکی، شیمیایی و زیستی دارای اهمیت ویژه‌ای در زیستگاه‌های ساحلی- دریایی می‌باشند (۴). تاکنون بیش از ۶۵۰ گونه در قالب ۷۲ جنس و ۲۰ خانواده و ۵ راسته از سفره‌ماهیان در دنیا شناسایی شده است (۱). Jabado و همکاران، ۲۲ خانواده با ۴۶ جنس و ۷۴ گونه در ۴ راسته از سفره ماهیان را از حوضه دریاهای شمال‌غرب اقیانوس هند (منطقه دریای عرب، خلیج عمان و خلیج فارس) گزارش کرده است. در بررسی‌های صید ترال در آب‌های هنداز ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۴ میلادی صورت گرفته است، مشخص گردید که علی‌رغم افزایش تلاش صیادی، از میزان صید سفره‌ماهیان کاسته شده است که با ویژگی‌های زیستی مانند محدودیت تولیدمثل و باروری (به‌خصوص در گونه‌های زنده‌زا)، بلوغ دیررس و جلب جنس ماده جهت جفتگیری، نیاز به اعمال اقدامات حفاظتی از آن‌ها بیش‌تر اهمیت پیدا می‌کند (۵). تنوع گونه‌ای سفره‌ماهیان در خلیج فارس، تنگه هرمز و دریای عمان شامل ۳۴ گونه در قالب ۱۰ خانواده (چهار خانواده تک گونه‌ای) می‌باشد که حدود ۳/۵ درصد تنوع گونه‌ای ماهیان این منطقه را شامل می‌شود. در این میان سفره‌ماهیان خاردار (Dasyatidae) با ۱۲ گونه، سفره ماهیان گیتاری (Rhinobathidae) با ۷ گونه و سفره ماهیان عقابی (Myliobatidae) با ۶ گونه بیش‌ترین تنوع گونه‌ای را به‌خود اختصاص داده‌اند (۶). به‌لحاظ طبقه‌بندی زیستگاهی سفره‌ماهیان در گروه وابسته به بستر و زیرگروه بسترهای نرم (گلی-شنی) قرار می‌گیرند و در موارد خاصی متعلق به مناطق صخره‌ای- مرجانی و مناطق عمیق می‌باشند (۶). هم‌چنین راستگو و همکاران در پژوهشی به بررسی جغرافیای زیستی و پراکنش ماهیان غضروفی در خلیج فارس و خلیج عمان پرداختند و اظهار داشتند تعداد ۲۱ گونه متعلق ۱۲ خانواده سپرماهی در خلیج فارس و خلیج عمان وجود دارد که دومحدوده طول جغرافیایی ۵۷ تا ۵۹ درجه (سیریک تا میدانی) و طول جغرافیایی ۵۳ تا ۵۵ درجه (جزیره کیش تا جزیره قشم) را نقاط داغ جهت حضور سپرماهیان است (۷). طی یک قرن اخیر و در بازه زمانی ۲۰۰۵-۱۹۰۵ میلادی درجه حرارت هوا ۰/۷ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته و برای تنها دو دهه آینده افزایش درجه حرارت ۰/۲ درجه سانتی‌گراد پیش‌بینی شده است (۸). درخصوص اقیانوس‌های مناطق گرمسیری، این افزایش تا سال ۲۰۵۰ میلادی به‌میزان ۲ درجه سانتی‌گراد و تا سال ۲۰۸۰ میلادی به‌میزان ۳ درجه سانتی‌گراد پیش‌بینی می‌شود (۹). شواهد حاکی از آن است که بوم‌سازگان‌های دریایی در دوره‌های زمانی ده ساله همواره دستخوش نوسانات هستند که ناشی از تغییر اقلیم است (۱۰). پدیده تغییر اقلیم بر گونه‌های مختلف ماهیان اثرات متفاوتی دارد که می‌توان به تاثیر بر چرخه زندگی، پراکنش گونه، ساختار جامعه، میزان تولید، ارتباط با سایر گونه‌ها، پویایی جمعیت، گسترش گونه مهاجم و دسترسی انسان به منابع دریایی به‌وسیله صید و صیادی اشاره نمود (۱۱). مطالعه انجام شده بر روی این آبزیان نشان داده است که افزایش درجه حرارت سطحی دریا و تغییر در پارامترهای زیست‌محیطی بر ذخایر سفره ماهیان موثر می‌باشد (۱۲). علی‌رغم اهمیت سفره ماهیان در بوم‌سازگان‌های دریایی و نقش آن‌ها در بهبود شرایط زیستی برای سایر گونه‌ها، تحقیقات اندکی در مورد سفره ماهیان خلیج فارس و خلیج عمان انجام شده است. بیش‌تر مطالعات انجام شده در مورد

شناسایی (۱۳، ۱۴ و ۱۵) و یا بازنگری رده‌بندی (۶) گونه‌های سفره ماهی در خلیج فارس و خلیج عمان بوده است. هم‌چنین تحقیقی در مورد تغذیه گونه‌های سفره‌ماهی در آب‌های هرمزگان (خلیج فارس) انجام شده است (۱۶). روابط طول و وزن گونه‌های سفره ماهیان در خلیج‌فارس (محدوده سواحل هرمزگان) و سواحل ایرانی خلیج عمان نیز توسط راستگو انجام گرفته که در این تحقیق تعداد ۱۹ گونه سفره ماهی مورد بررسی قرار گرفته است (۱۷). درجه حرارت در سواحل عربی خلیج‌فارس و خلیج‌عمان بیش‌تر مطالعات انجام‌شده بر روی شناسایی گونه‌های سفره‌ماهی انجام شده است (۱۸، ۵ و ۱۹). براساس بررسی منابع و مستندات آرشیوی موجود، مشخص می‌باشد که تاکنون مطالعه و پژوهشی درخصوص بررسی اثرات تغییر اقلیم بر گونه‌های سفره ماهیان در حوضه دریایی خلیج فارس و خلیج عمان انجام نگرفته است. لذا تحقیق حاضر با هدف بررسی پارامترهای زیست‌محیطی موثر بر سفره‌ماهیان در آب‌های ایرانی خلیج فارس و خلیج عمان و میزان اثرات آن‌ها بر ذخایر این ماهیان انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی و نحوه گردآوری اطلاعات و داده‌ها: این تحقیق در محدوده آب‌های ایرانی خلیج‌فارس، تنگه هرمز و خلیج عمان انجام گرفته است (شکل ۱). از آن‌جایی‌که سفره ماهیان جزو صید هدف نمی‌باشد، لذا داده‌های صید سفره ماهیان شامل اطلاعات ثبت شده از بندرگاه‌ها و مراکز تخلیه صید در محدوده چهار استان خوزستان، بوشهر، هرمزگان و سیستان و بلوچستان بوده که توسط آمارگیران سازمان شیلات ایران طی یک‌دوره ۱۰ ساله در بازه زمانی ۱۳۹۷-۱۳۸۶ جمع‌آوری و ثبت شده است. مراکز تخلیه صید عبارت بودند از: استان خوزستان (بحرکان و امام حسن)، استان بوشهر (خارک، بوشهر، تنگستان، دیر، مطاف، طاهری)، استان هرمزگان (لاوان، حسینه، کیش، سیری، باسیعدو، سلخ، هرمز، بنجی، کوه مبارک، جاسک، و استان سیستان-بلوچستان (کنارک و چابهار). به‌منظور تعیین وضعیت و میزان ذخیره سفره ماهیان نیز صید در واحد تلاش صیادی (Catch Per Unit Effort – CPUE) برحسب کیلوگرم بر روز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. داده‌های محیطی شامل، درجه حرارت سطحی آب دریا برحسب سانتی‌گراد (Sea Surface Temperature, SST) و کلروفیل a سطح آب دریا (Chlorophyll, CH) برحسب میلی‌گرم بر لیتر از داده‌های ماهواره‌ای سنجنده MODIS-2 از سایت ناسا (https://neo.sci.gsfc.nasa.gov) و سایر عوامل محیطی شامل سرعت باد (Wind Speed, WS) برحسب متر بر ثانیه، میانگین درجه حرارت هوا (Atmosphere Temperature, AT) برحسب سانتی‌گراد، میزان تبخیر (Evaporation, E) برحسب میلی‌متر و میزان بارندگی (Rainfall, R) برحسب میلی‌متر از سازمان هواشناسی استخراج گردید. شایان ذکر است که براساس موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک در ناحیه ساحلی و جزایر جنوب کشور و هم‌چنین موقعیت مراکز شیلاتی تخلیه صید که مورد آمارگیری سازمان شیلات ایران می‌باشد، میانگین داده‌های مربوطه با اطلاعات به‌دست آمده همسان‌سازی و بارگذاری گردیدند و جهت تجزیه و تحلیل آماری آماده‌سازی شدند (شکل ۱).

شکل ۱: موقعیت حدودی صیدگاه‌ها، مراکز تخلیه و آمارگیری صید در محدوده آب‌های ایرانی خلیج فارس و خلیج عمان (۹۷-۱۳۸۶)

روش تجزیه و تحلیل اطلاعات و داده‌ها: جهت آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار R نسخه ۳,۶,۱ (۲۰۱۹-۰۷-۰۵) و به‌منظور ترسیم نمودارها از نرم‌افزار گرافیکی Sigma Plot نسخه ۱۰ استفاده گردید. با توجه به عدم وجود اطلاعات سرعت باد طی ۷ سال آخر دوره زمانی مورد بررسی در منطقه سیستان و بلوچستان، این پارامتر از آنالیز داده‌ها در این استان حذف گردید. مقادیر به‌دست آمده به‌صورت میانگین±انحراف معیار در متن اشاره شده است. داده‌ها با استفاده از آزمایش تشخیص توزیع نرمال بودن (Lillie test) داده‌های صید در واحد تلاش آنالیز گردید و جهت تعیین ارتباط بین متغیر وابسته (در شرایطی که دارای توزیع نرمال و یا نرمال‌شده پس از تغییر شکل داده‌ها است) با عوامل محیطی از آنالیز رگرسیون خطی (Generalized Linear Model, GLM) استفاده شد. هم‌چنین آزمون‌های صحت آنالیز معیارهای leverage به‌عنوان اهرم اندازه‌گیری جهت سنجش فاصله متغیر مستقل یک مشاهده از مشاهدات دیگر (که بایستی کم‌تر از یک باشد) و Cook's distance (به‌منظور شناسایی نقاطی که بر مدل رگرسیون تأثیر منفی می‌گذارد (که بایستی کم‌تر از یک باشد) به‌کارگرفته شد. به‌منظور بررسی ارتباط یک متغیر وابسته با چند متغیر مستقل، از آنالیز رگرسیون چند متغیره (Multivariate regression analysis) و با هدف حذف

متغیرهای غیر مرتبط، از آنالیز رگرسیون گام به گام (Step by step regression analysis) استفاده شد (۲۰). در مواردی که متغیر وابسته از توزیع نرمال برخوردار و نرمال‌پذیر نبود، مدل جمعی تعمیم یافته (Generalized Additived Model, GAM) به‌کار گرفته شد (۲۱). ولی با توجه به خطای زیاد در آنالیزهای رگرسیون درخصوص اطلاعات و داده‌های دو استان بوشهر و هرمزگان، از آنالیز درخت تصمیم (Decision tree) (۲۲) و شبکه عصبی (Neural network) استفاده شد (۲۳) و به‌منظور دسته‌بندی داده‌ها جهت انجام آنالیز، روش دسته‌بندی چند بعدی غیرمتریک (Non-metric multi-dimensional scaling NMDS,) بر روی تمام داده‌ها به‌کار گرفته شد. با توجه به نرمال نبودن توزیع داده‌های CPUE از لگاریتم داده‌ها استفاده شد و با آزمون Lillie test سنجش شدند (*p*-value= ۰/۰۸۹). با توجه به نرمال شدن داده‌ها از مدل رگرسیونی GLM جهت تعیین ارتباط بین عوامل مستقل محیطی و CPUE استفاده گردید. در مدل اولیه سرعت‌باد ارتباط معنی‌دار را نشان می‌داد که با به‌کارگیری رگرسیون گام به گام و با توجه به مقدار ضریب آکائیک مدل نهایی انتخاب شد (۲۴).

نتایج

با توجه به نتیجه آزمون چند بعدی غیرمتریک (NMDS) انجام گرفته بر روی داده‌ها، اطلاعات مربوط به چهار استان به تفکیک مورد آنالیز قرار گرفت.

فاکتورهای محیطی: میانگین (± انحراف معیار) پارامترهای محیطی در استان‌های جنوبی کشور طی سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۸۶ در جدول ۱ نشان داده شده است. بیشینه و کمینه درجه حرارت هوا و سطحی دریا به‌ترتیب در هرمزگان و خوزستان، بیشینه و کمینه کلروفیل a به‌ترتیب در خوزستان و بوشهر، بیشینه و کمینه بارش به ترتیب در بوشهر و هرمزگان، بیشینه و کمینه سرعت باد به‌ترتیب در هرمزگان و بوشهر، و بیش‌ترین و بیشینه و کمینه تبخیر به‌ترتیب در هرمزگان و بوشهر مشاهده گردید.

جدول ۱: میانگین (±SD) عوامل محیطی در آب‌های محدوده استان‌های جنوبی کشور (۹۷-۱۳۸۶)

استان‌ها	عوامل					
	درجه حرارت هوا (درجه سانتی‌گراد)	درجه حرارت سطحی دریا (درجه سانتی‌گراد)	کلروفیل a (میلی‌گرم بر لیتر)	بارندگی (میلی‌متر)	سرعت باد (متر بر ثانیه)	تبخیر (میلی‌متر)
خوزستان	۲۶/۳۶ ± ۸/۷۴	۲۴/۷۹ ±۶/۲۳	۴/۱۵ ±۱/۲۳	۱۴/۱۳ ±۲۶/۰۲	۷/۷۹± ۱/۲۶	۳۲۰/۳ ±۱۹۴/۴۳
بوشهر	۲۶/۱۳ ± ۷/۰۶	۲۶/۲۵ ±۵/۰۴	۱/۰۰۹ ±۰/۷۰	۱۷/۲۳ ±۳۵/۹۰	۶/۴۱± ۱/۴۶	۶۹ ±۳۵/۶
هرمزگان	۲۷/۶۸ ± ۵/۳۵	۲۷/۷۸ ±۳/۶	۲/۷۷ ±۴/۹۴	۸/۰۲ ±۲۱/۲۷	۱۱/۷۵± ۳/۲۸	۲۰۱/۹۷ ±۷۲/۴۳
سیستان و بلوچستان	۲۶/۶۸ ±۳/۷۱	۲۷/۲۱ ±۲/۳	۲/۸۵ ±۲/۹	۱۲/۴۸ ±۲۷/۱	*	۱۸۴/۸ ±۵۰/۷۳

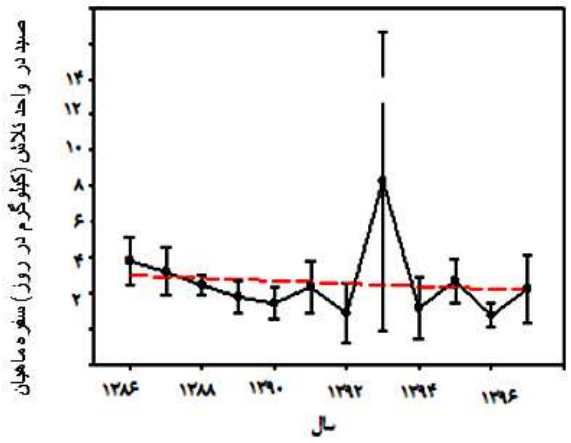
* اطلاعات موجود نیست.

میزان صید

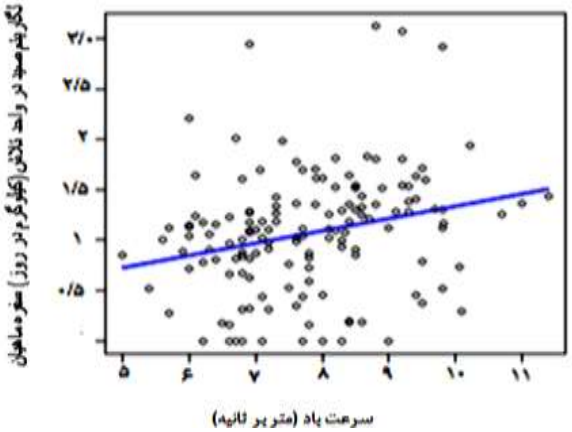
استان خوزستان: میانگین CPUE سفره ماهیان ۲/۵۹±۳/۲۵ (کیلوگرم بر روز) طی سال‌های مورد بررسی به‌دست آمد که تغییرات زمانی آن در شکل ۲ نشان داده شده است. کمینه CPUE برابر با صفر و بیشینه CPUE برابر با ۲۱/۷۶ در مهرماه ۱۳۹۳ در آب‌های خوزستان بوده است. در مدل نهایی سرعت باد (** p-value=۰/۰۰۶۱۹) و درجه حرارت سطحی دریا (** p-value=۰/۰۱۲۹۹) ارتباط معنی‌دار را نشان می‌دادند. ضریب آکائیک نهایی معادل ۲۵۷/۶۲ محاسبه گردید که نتیجه آزمون صحت نیز آن را تایید می‌نمود (دو معیار cook distance و leverage مقدار کم‌تر از یک است). براساس عواملی که ارتباط معنی‌دار با CPUE داشتند و با میانگین گرفتن مقادیر ضریب هر فاکتور، معادله کمی نهایی به‌شکل زیر به‌دست آمد:

Log(CPUE)(کیلوگرم بر روز)=-۰/۲۷۰۷۵+۰/۱۰۸۴۲۵ (سرعت‌باد) +۰/۰۱۹۸۶۶ (درجه حرارت سطحی دریا)

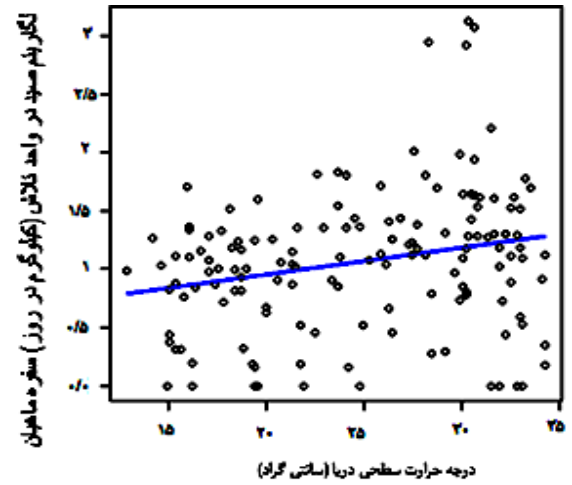
پیش‌بینی مقدار CPUE براساس تغییرات سرعت باد بر میزان CPUE افزایش می‌یابد (شکل ۳)، درجه حرارت سطحی دریا در شکل ۴ نشان داده شده است. با افزایش درجه حرارت سطحی دریا بر میزان CPUE افزوده می‌شود.



شکل ۲: روند تغییرات میانگین سالانه CPUE (کیلوگرم بر روز) سفره ماهیان آب‌های استان خوزستان (۹۷-۱۳۸۶)، خطوط بار (انحراف معیار)، خط قرمز و منقطع (روند تغییرات)

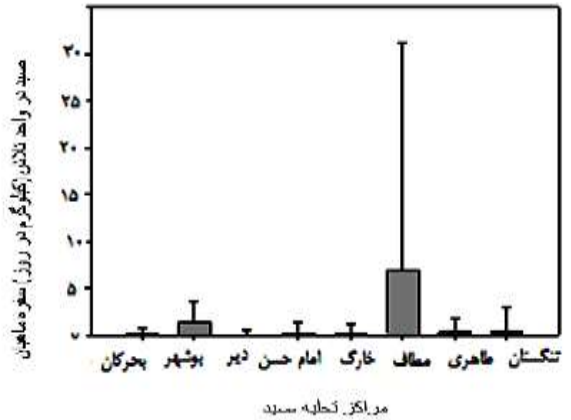


شکل ۳: ارتباط تغییرات CPUE (کیلوگرم بر روز) سفره ماهیان نسبت به سرعت باد (متر بر ثانیه) در آب‌های استان خوزستان (۹۷-۱۳۸۶)

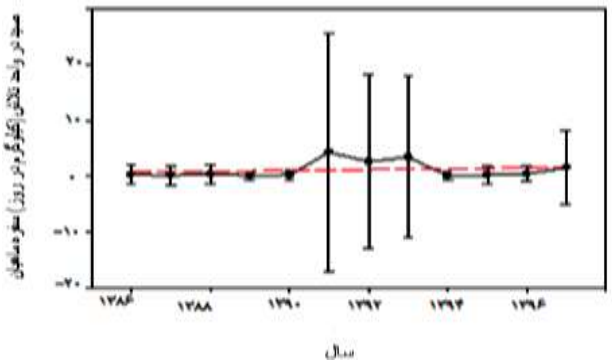


شکل ۴: ارتباط تغییرات CPUE (کیلوگرم بر روز) سفره ماهیان نسبت به درجه حرارت سطحی دریا (سانتی‌گراد) در آب‌های استان خوزستان

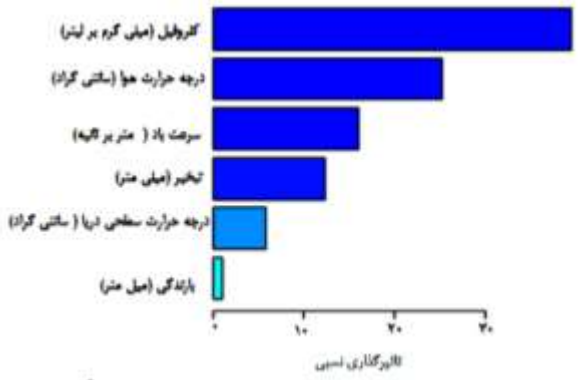
استان بوشهر: میانگین CPUE به‌میزان ۹/۹۹±۱/۴۴ طی سال‌های بررسی به‌دست آمد که تغییرات مکانی و زمانی آن در شکل‌های ۵ و ۶ ارائه شده است. کمینه CPUE مقدار صفر و بیشینه CPUE برابر با ۳۹۰/۷۹ در خرداد ماه ۱۳۹۱ در منطقه مطاف (استان بوشهر) محاسبه گردید. به‌منظور تعیین ارتباط میان CPUE این آبزیان با عوامل محیطی از روش GBM در درخت تصمیم استفاده شد استفاده گردید که میانگین خطای جذر مربعات (مقدار میانگین۹/۰۳) حاصل شد. در مدل محاسبه شده از پارامترهای محیطی کلروفیل a دارای بیش‌ترین تاثیر بر CPUE بوده است (میانگین ۳۴/۲۴). با رند کردن میانگین خطای MSE مقدار ۷۲/۵ به‌دست آمد و سپس با اقدام به فعالیت انقباضی و کوچک کردن خطاها (shrink) و عملیات هرس کردن درخت (cross-validation)، میانگین خطای MSE کاهش یافت و به ۷۱/۸۶ رسید. تاثیرگذاری کلروفیل بر میزان CPUE به ۳۹/۵۰ درصد افزایش یافت (شکل۷). تغییر میزان CPUE و میزان کلروفیل a به‌عنوان عامل اصلی در شکل ۸ نشان داده شده است. چنان‌که دیده می‌شود، با افزایش کلروفیل a از میزان CPUE در منطقه کاسته شده است.



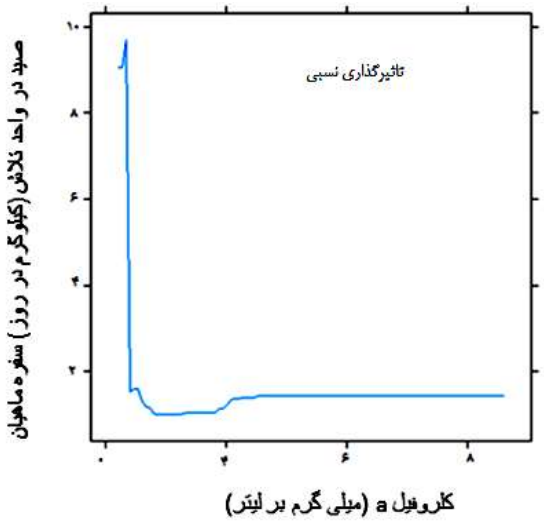
شکل ۵:روند تغییرات میانگین سالانه و انحراف معیار CPUE (کیلوگرم بر روز) سفره ماهیان در آب‌های استان بوشهر (۹۷-۱۳۸۶)



شکل ۶: روند تغییرات میانگین سالانه CPUE (کیلوگرم بر روز) سفره ماهیان در آب‌های استان بوشهر (۹۷-۱۳۶۸)، خطوط بار (انحراف معیار)، خط قرمز و منقطع (روند تغییرات)

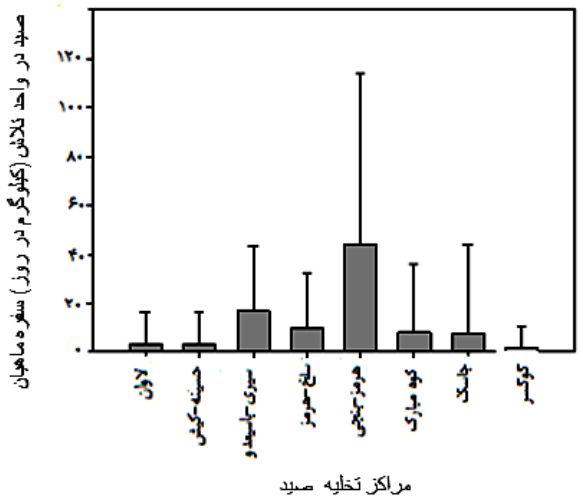


شکل ۷: عوامل تاثیرگذار محیطی بر میزان CPUE (کیلوگرم بر روز) سفره ماهیان در آب‌های استان بوشهر (۹۷-۱۳۸۶)

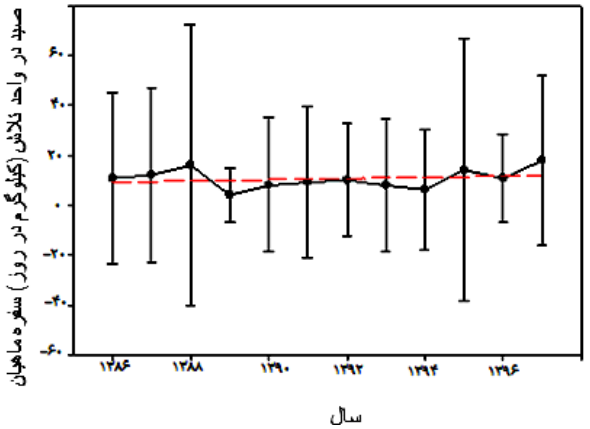


شکل ۸: ارتباط تغییرات CPUE (کیلوگرم بر روز) سفره ماهیان با نسبت به کلروفیلa (میلی‌گرم بر لیتر) در آب‌های استان بوشهر (۹۷-۱۳۸۶)

استان هرمزگان: میانگین CPUE به‌میزان ۳۵/۲۴±۱۱/۹ طی سال‌های مورد بررسی به‌دست آمد. تغییرات مکانی و زمانی در شکل‌های ۹ و ۱۰ ارائه شده است و کمینه CPUE به‌مقدار صفر بوده است و بیشینه CPUE برابر ۳۹۰/۷۹ در تیر ماه ۱۳۸۸ در منطقه هرمز-بنجی (استان هرمزگان) به‌دست آمد. به‌منظور بررسی ارتباط بین CPUE و عوامل محیطی، از مدل شبکه عصبی استفاده گردید که با مراحل پیش پردازش و حذف نقاط پرت کد نهایی تعیین شد. در این مدل جهت سنجش مدل میانگین خطای داده‌های آموزشی (۱/۰۲) و آزمایشی (۱/۶۹) و R^2 داده‌های آموزشی برابر با ۱۶/ ۰ R^2 داده‌های آزمایشی ۰/۳۷ به‌دست آمد که نشان از همبستگی ضعیف در داده‌های آزمایشی و آموزشی بود. نتیجه آنالیز شبکه عصبی نشان داد که درجه حرارت سطحی دریا و سپس تبخیر از عوامل موثر بر میزان CPUE طی دوره بررسی می‌باشد و فاکتورهای بارندگی و کلروفیل a و وزش باد در اهمیت بعدی قرار دارند (شکل۱۱).



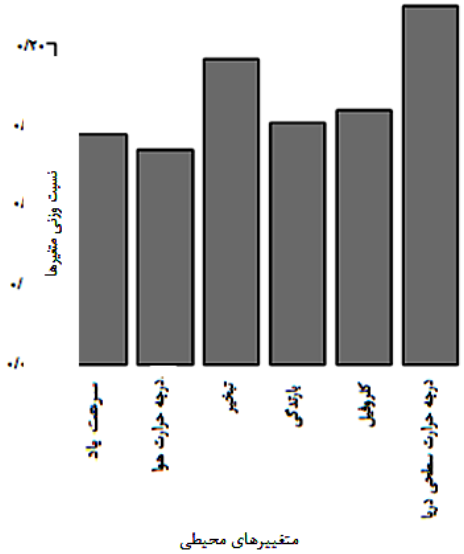
شکل۹: روند تغییرات میانگین سالانه و انحراف معیار CPUE (کیلوگرم بر روز) سفره‌ماهیان در آب‌های استان هرمزگان (۹۷-۱۳۸۶)



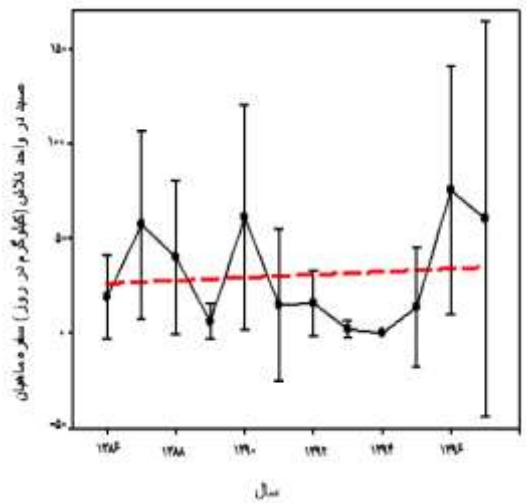
شکل۱۰: روند تغییر ات میانگین سالانه CPUE (کیلوگرم بر روز) سفره ماهیان در آب‌های استان هرمزگان (۹۷-۱۳۸۶)، خطوط بار (انحراف معیار)، خط قرمز و منقطع (روند تغییرات)

استان سیستان و بلوچستان: میانگین CPUE به‌میزان ۴۸/۹۹±۲۹/۵۸ طی سال‌های مورد بررسی به‌دست آمد که تغییر آن در شکل۱۲ نشان داده شده است. کمینه CPUE مقدار صفر و بیشینه CPUE برابر با ۲۵۳/۴۱ در خرداد ماه ۱۳۹۶ در منطقه آب‌های سیستان و بلوچستان محاسبه گردید. با توجه به نرمال نبودن داده‌ها حتی پس از تبدیل با روش لگاریتمیک داده‌های CPUE، مدل GAM به‌کار گرفته شد که در آن تبخیر فقط هموارسازی شده و بقیه پارامترهای محیطی علاوه بر هموارسازی از اندیکس k (k=10) استفاده شد که حاصل آن مدل با ۲۵ درصد تاثیر در تغییرات (Deviance explained)

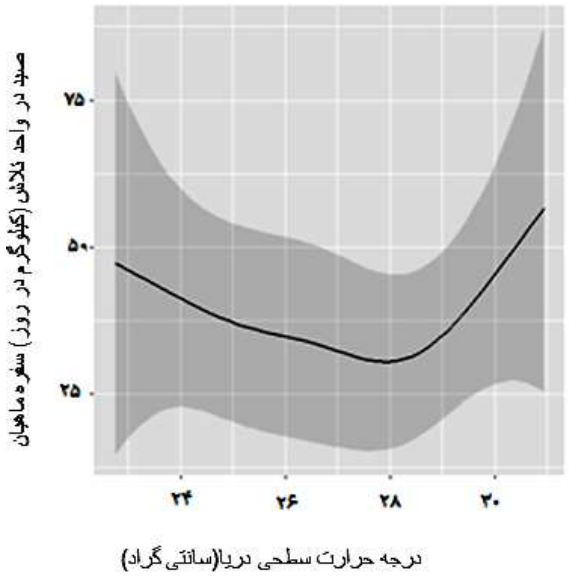
و R^2 (۰/۱۲۸) می‌باشد که طی آن درجه حرارت سطحی دریا (p-value= ۰/۰۹۲۲) از عوامل دارای ارتباط معنی‌دار با CPUE را نشان دادو با توجه آزمون صحت‌سنجی مدل، 'k در هیچ‌یک از عوامل ارتباط معنی‌دار نداشت. شکل نهایی و پیش‌بینی نشان می‌دهد که CPUE با افزایش درجه حرارت سطحی دریا تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد کاهش یافته ولی از این درجه به بعد میزان CPUE افزایش می‌یابد (شکل ۱۳).



شکل ۱۱: نسبت وزنی متغیرهای محیطی موثر بر CPUE (کیلوگرم بر روز) سفره ماهیان در آب‌های استان هرمزگان (۹۷-۱۳۸۶)



شکل ۱۲: روند تغییرات میانگین سالانه CPUE (کیلوگرم بر روز) سفره ماهیان در آب‌های استان سیستان و بلوچستان (۱۳۸۶-۹۷). خطوط بار (انحراف معیار)، خط قرمز و منقطع (روند تغییرات)



شکل ۱۳: پیش‌بینی میزان CPUE (کیلو گرم بر روز) سفره ماهیان با درنظر گرفتن مقادیر درجه حرارت سطحی دریا، محدوده خاکستری حدود اطمینان ۹۵٪ و خط ممتد نشان‌دهنده موقعیت داده‌های مشاهده شده در محدوده دامنه تغییرات درجه حرارت سطحی است.

بحث

در تحقیق حاضر وضعیت صید در واحد تلاش (CPUE) گونه‌های سفره ماهیان در ترکیب صید (بر حسب کیلوگرم بر روز) به تفکیک استان‌های جنوبی کشور با پارامترهای اصلی محیطی مورد بررسی و آنالیز قرار گرفت. میزان CPUE در آب‌های خوزستان با سرعت باد و درجه حرارت سطحی دریا، در آب‌های بوشهر با میزان کلروفیل a، در آب‌های هرمزگان با درجه حرارت هوا و در آب‌های سیستان و بلوچستان با درجه حرارت رابطه معنی‌داری نشان می‌دهند. در تحقیقات انجام شده در مورد گونه‌های سفره ماهیان، درجه حرارتی مناسب آب برای این گروه از آبزیان ۲۹-۲۸ درجه سانتی‌گراد بوده است. با کاهش درجه حرارت، متابولیسم ماهی نیز کاهش می‌یابد و درنتیجه فعالیت کم‌تری دارند. کاهش طولانی مدت درجه حرارت ممکن است روی این آبزیان تأثیر منفی بگذارد (۱۲). هنگامی‌که درجه حرارت افزایش می‌یابد، سطح اکسیژن در آب کاهش می‌یابد. در این تحقیق نشان داده شده که سفره ماهی درجه حرارت ۳۴ درجه سانتی‌گراد را نیز تحمل کرده است. هنگامی‌که این آبزیان فعالیت بیش‌تری دارند اکسیژن بیش‌تری مصرف می‌کنند. بنابراین آب گرم می‌تواند در طولانی مدت به مشکلاتی منجر شود. میزان کلروفیل می‌تواند بر اکسیژن آب دریا تاثیر داشته باشد. هم‌چنین درجه حرارت به شکل

مستقیم و چنان‌که گفته شده به شکل غیرمستقیم با تاثیر بر میزان اکسیژن آب بر این آبزیان موثر است. باد از عوامل ایجاد جریان در مناطق ساحلی و تاثیرگذار در غذارسانی برای این گروه از ماهیان می‌باشد (۲۵). نتایج تحقیق حاضر نیز به ارتباط سرعت باد با حضور بیش‌تر سفره ماهی را نشان می‌دهد. نتایج این تحقیق نشان داده است که در آب‌های خوزستان و بوشهر اکسیژن آب تاثیر قابل توجهی بر ذخایر سفره ماهیان دارد و هم‌چنین در آب‌های هرمزگان و سیستان و بلوچستان درجه حرارت از عوامل موثر شناخته شده‌اند. در مطالعه انجام شده، موضوع تأثیرات آب و هوا (تغییر اقلیم) بر ذخایر سفره ماهیان اقیانوس آرام اشاره شده است (۳). با توجه به رفتارهای ویژه زیستی این آبزیان و نقش آن‌ها به‌عنوان شکارچیان در بالای هرم غذایی، هر گونه تغییر در جمعیت آن‌ها بر گونه‌های وابسته به آن‌ها نیز تاثیرگذار خواهد بود (۲۶). قدرت سازش با توانایی جابجایی و حرکت به نواحی مطلوب‌تر یکی از ویژگی‌هایی است که آبزیان ازجمله سفره ماهیان دارند، که در صورت وجود زیستگاه‌ها و مکان‌های جایگزین امکان‌پذیر خواهد بود (۳). این آبزیان در دوره زندگی وابسته به زیستگاه‌های خاص هستند. برای مثال نیاز به مکان‌های مناسب تولیدمثل دارند و در برابر تغییرات آب و هوایی بسیار آسیب‌پذیرتر هستند (۲۶). اثرات تغییر اقلیمی مشاهده شده در این تحقیق بر روی ذخایر سفره ماهیان به‌خصوص در مناطق ساحلی ازجمله خوریات، مصب رودخانه‌ها و مناطق رویشگاهی مانگرو بر چرخه زیستی این آبزیان تاثیر جدی خواهد گذاشت. تغییر هر پارامتر محیطی نظیر سرعت باد، درجه حرارت، بارندگی، و از طرفی افزایش سطح دریا و هم‌چنین عواقب پیش‌بینی نشده حاصل از این تغییرات ازجمله سیلاب‌های منتهی به زیستگاه‌های ساحلی نظیر مصب، خور- مسیل، خور- مصب، کشندان‌های پشت‌سدی و سایر نواحی متاثر از ورودی‌های آب‌شیرین یا لب‌شور نیز باعث کاهش اکسیژن آب، افزایش کدورت و به تبع آن کاهش منابع غذایی و کاهش ذخایر و کاهش تنوع گونه‌ای این آبزیان می‌شود. در کنار این عوامل صید ضمنی سفره ماهیان در انواع تورها و ادوات صیادی نیز مزید برعلت و افزایش عوامل منفی تاثیرگذار بر ذخایر آن‌ها خواهد شد (۲۷). صید ضمنی سفره ماهیان در بیش‌تر مناطق صیدگاهی بدون این‌که مصرف انسانی در ایران داشته باشند دور ریخته می‌شود و در نتیجه این گونه‌های ارزشمند آبزی از چرخه زیست خارج می‌شوند. درصورتی‌که در کشورهای همسایه و کشورهای حوضه شمال‌غرب اقیانوس هند (هند و پاکستان، امارات متحده عربی، عمان) از سفره ماهیان به‌طور کامل و به‌صورت تازه و یا نمک سود استفاده می‌شود و اغلب پوست آن‌ها به‌صورت خشک شده صادر می‌شود (۱۸). برخی از گونه‌های سفره ماهیان در فهرست نمونه‌های در معرض تهدید می‌باشند که به‌دلایل متعدد زیست‌شناسی، ویژگی زیستگاه، برداشت بیش از حد و از دست دادن زیستگاه آن‌ها بوده است (۲۸). Jabado و همکاران تعداد و درصد گونه‌های که در فهرست قرمز اتحادیه حفاظت از طبیعت (IUCN Red List) اعلام نموده که بر این اساس تعداد ۷۴ گونه در حوضه دریاهای شمال‌غرب اقیانوس هند (منطقه دریای عرب، خلیج عمان و خلیج فارس) در این فهرست قرار دارند (۱۸)(جدول ۲).

جدول ۲: تعداد و درصد گونه‌های فهرست قرمز و در معرض تهدید سفره ماهیان در حوضه دریاهای شمال‌غرب اقیانوس هند با ذکر سطوح رده‌بندی IUCN (۱۸)

فهرست گروه‌های مذکور سفره ماهیان در منطقه	تعداد، درصد
به‌شدت در معرض خطر (CE)[1]	۹ (٪۱۲/۲)
در معرض خطر (EN)[2]	۱۷ (٪۲۳)
آسیب‌پذیر (VU)[3]	۱۳ (٪۱۷/۶)
نزدیک به تهدید (NT)[4]	۱۴ (٪۱۸/۹)
کم‌ترین نگرانی (LC)[5]	۶ (٪۸/۱)
کمبود داده (DD)[6]	۱۵ (٪۲۰/۳)
ارزیابی نشده[7]	۰
تعداد گونه‌ها	۷۴

[1] CE (Critically Endangered), [2] EN (Endangered), [3] VU (Vulnerable), [4] NT (Near Threatened), [5] LC (Least Concern), [6] DD (Data Deficient), [7] Not Evaluated

با توجه به موارد ذکر شده و حساسیت گونه‌های سفره ماهیان به تغییرات محیطی، به‌نظر می‌رسد که تشکیل یک پایگاه دانش جامع ماهیان که به‌غیر از صید، تغییرات اقلیمی را نیز دربر گیرد لازم و ضروری است. سفره ماهیان نیز یکی از آبزیان مهم در چرخه غذایی و تعادل بوم‌سازگان مناطق نوزادگاهی هستند (۲). لذا با توجه به اطمینان از تاثیرات عوامل اقلیمی بر این ذخایر و حتی سایر گروه‌های آبزیان (با تاکید بر گونه‌های اقتصادی و با ارزش شیلاتی)، می‌بایست موضوع تغییر اقلیم در رویکرد جدید مدیریت صید و بهره‌برداری شیلات ایران در نظر گرفته شود. هم‌چنین یک چارچوب حفاظت و مدیریت کارآمد برای گونه‌های در معرض خطر و حفاظت از زیستگاه‌های آن‌ها بایستی در دستور مدیریت شیلاتی استان‌های جنوبی کشور قرار داده شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله وظیفه خود می‌دانند که از کارشناسان و همکاران گرامی در ستاد موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور و پژوهشکده‌های تابعه جنوب کشور در اهواز، بوشهر، بندرعباس و چابهار، سازمان شیلات ایران و سازمان هواشناسی استان‌های خوزستان، بوشهر، هرمزگان و

سیستان و بلوچستان، به‌جهت در اختیار گذاشتن اطلاعات و داده‌های مورد نیاز و هم‌چنین از اعضاء محترم تعاونی‌ها و جامعه صیادی جنوب کشور برای همکاری در ارائه اطلاعات محلی صمیمانه سپاسگزاری نمایند.

منابع

1. **Ebert, D.A. and Stehmann, M.F.W., 2017.** Sharks, batoids, and chimaeras of the North Atlantic. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. No. 7. Rome, FAO.
2. **Pierce, S., 2005.** The role of rays in the ecosystem. Seaweek. 5.
3. **Chin, A., Kyne, P.M., Walker, T.I. and McAuley, R.B., 2010.** An integrated risk assessment for climate change: analyzing the vulnerability of sharks and rays on Australia's Great Barrier Reef. Glob Change Biology. 16(7): 1936-1953. doi:10.1111/j.1365- 2486.2009.02128.x.
4. **O'Shea, O., 2016.** Stingrays Important to Local Ecosystem. Environment's Abaco Science Alliance Conference.
5. **Jabado, R.W., Kyne, P.M., Pollom, R.A. and Ebert, D.A., 2018.** Troubled waters: Threats and extinction risk of the sharks, rays and chimaeras of the Arabian Sea and adjacent waters. Fish and Fisheries. 1-20. DOI: 10.1111/faf.12311.
6. **Owfi, F., 2014.** Taxonomic review and revision of the classification of fishes in the Iranian waters of the Persian Gulf based on geographic pattern and habitat diversity using Geographic Information System (GIS). Islamic Azad University- Science and Research Unit, Faculty of Marine Science and Technology, Department of Marine Biology. Specialized doctorate thesis. 180 p. (In Persian)
7. **Rastgo, A.R., Behzadi, S. and Vali Nasab, T., 2019.** Biogeography and distribution of cartilaginous fish based on species diversity indices in Persian Gulf and Sea of Oman. Journal of Animal Environment. 12(3): 175-182. (In Persian)
8. **UNEP. 2008.** Climate Change Adaptation and Mitigation in the Tourism Sector: Frameworks, Tools and Practices. 152 p.
9. **Lal, M., Harasawa, H. and Takahashi, K., 2002.** Future climate change and its impacts over small island states. Climate Research. 19: 179-192.
10. **Bakun, A. and Weeks, S.J., 2004.** Greenhouse gas buildup, sardines, submarine eruptions and the possibility of abrupt degradation of intense marine upwelling ecosystems. Ecology Letters. 7: 1015-1023.
11. **Johnson, J.E. and Marshall, P.A., 2007.** Climate Change and the Great Barrier Reef: A Vulnerability Assessment, 1st edition. Townsville, Australia: Great Barrier Reef Marine Park Authority and Australian Greenhouse Office.
12. **Webdesigner, H.H., 2016.** Stingray aquarium and feed information. http://www.globalstingray.com/globalstingray-feed/stingray-aquarium-and-feed-information/.
13. **Naderi, M., Zane, P. and Azvar, E., 2013.** Length–weight relationships for five stingray species from the Persian Gulf. Journal of Applied Ichthyology. 29(5): 1177-1178.
14. **Behzadi, S., Salarpuri, A., Darvishi, M. and Dehghani, R., 2013.** Three species of batoidfishes from Persian Gulf and Sea of Oman. Scientific Journal of Iranian Fisheries. 21(2): 158-153. (In Persian)
15. **Asadi, H. and Dehghani, R., 1375.** Fish Atlas of Persian Gulf and Sea of Oman. Iran Fisheries Research and Training Institute. 226 p. (In Persian)
16. **Seraj, A.F., Vosoughi, A.R. and Vali Nasab, T., 2013.** Studying the diet of table fish *Himantura walga* in the coasts of the Persian Gulf, Hormozgan province. Journal of Aquaculture and Fisheries. 2(7): 42-49. (In Persian)
17. **Rastgo, A.R., 2016.** Species diversity and length-weight relationship of cartilaginous fishes of the Persian Gulf (Hormozgan waters) and the Sea of Oman. Marine Science and Technology Research Journal. 12(4): 1-11. (In Persian)
18. **Jabado, R.W., Kyne, P.M., Pollom, R.A., Ebert, D.A., Simpfendorfer, C.A., Ralph, G.M. and Dulvy, N.K., 2017.** The conservation status of sharks, rays, and chimaeras in the Arabian Sea and adjacent waters. 234 p.
19. **Almojil, D.K., Moore, A.B.M. and White, W., 2015.** Sharks and Rays of the Persian Gulf. Ltd, MGB (INT), ISBN 978-0-9930427-2-0.
20. **Lenz, S., 2010.** Exploring college students' perception of their coping styles. A Journal of Undergraduate Research. 3: 68-82. http://www.missouristate.edu/assets/honors/logos 2010_text.pdf.
21. **Hastie, T. and Tibshirani, R., 1990.** Generalized Additive Models. London: Chapman and Hall.
22. **Therneau, T. and Atkinson, B., 2019.** Brian Ripley Recursive Partitioning and Regression Trees. Package 'rpart'. URL https://github.com/bethatkinson/rpart.34 p.

23. **Fritsch, S., Guenther, F., Wright, M.N., Suling, M. and Mueller, S.M., 2019.** Package neural net, Training of Neural Networks.15. https://github.com/bips-hb/neuralnet.

24. **Fujikoshi, Y. and Satoh, K., 1997.** Modified AIC and Cp in multivariate linear regression. Biometrika. 84(3): 707-716.

25. **Bergeron, J.P., 2000.** Effect of strong winds on the nutritional condition of anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) larvae in the Bay of Biscay, Northeast Atlantic, as inferred from an early field application of the DNA/C index. ICES Journal of Marine Science. 57(2): 249-255.

26. **Johnson, J., Bertram, I., Chin, A., Moore, B.R., Pratchett, M., Welch, D.J., Williams, A., Bell, J. and Govan, H., 2018.** Effects of Climate Change on Fish and Shellfish Relevant to Pacific Islands, and the Coastal Fisheries They Support. Pacific marine climate change report card science Review. 74-98.

27. **Vieira, S., Kinch, J., White, W. and Yaman, L., 2017.** Artisanal shark fishing in the Louisiade Archipelago, Papua New Guinea: Socio-economic characteristics and management options. Ocean & Coastal Management. 137: 43-56. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.12.009.

28. **Dulvy, N.K., Nicholas, K., Fowler, S.L., Musick, J.A., Cavanagh, R.D., Kyne P.M., Harrison, L.R., Carlson, J.K. and Davidson, L.N.K., 2014.** Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. eLife 3. doi:10.7554/eLife.00590.