



Original Research Paper

Effects of environmental parameters on distribution patterns of dominant batoids in the Oman Sea

Ali Reza Rastgoo ^{*1}, Ali Salarpouri ², Tooraj Valinassab ³

¹ South Iran Aquaculture Research Centre, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension organization, Ahwaz, Iran

² Persian Gulf and Oman Sea Ecological Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Iran

³ Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

Key Words

Batoids
Habitat
Environmental factors
GAM models
Oman Sea

Abstract

Introduction: The aim of this study was to investigate the effects of environmental factors on the distribution of four dominant batoids in the Oman Sea.

Materials & Methods: Sampling was carried out from October to January 2018 from Strait of Hormuz to Guatr bay in the Iranian waters of Oman Sea using bottom trawler of Ferdows. Environmental factors were recorded by CTD and the GAM model was used to determine the factors influencing on habitat use for each studied species.

Results: The results showed that chlorophyll a, depth, and dissolved oxygen had the highest effect on habitat use in *Maculabatis randalli* and *Brevitrygon walga* species. On the other hand, the frequency of *Pastinachus sephen* had a significant relationship with depth. However, *Gymnura poecilura* did not react to any environmental factors, which could be due to the feeding habits and the lower dependence on the bottom organisms.

Conclusion: Spatial distribution of these species in marine areas can reflect the interactive effects and a combination of many biological and non-biological factors.

* Corresponding Author's email: rastgoo.alireza@yahoo.com

Received: 8 March 2021; Reviewed: 14 April 2021; Revised: 5 June 2021; Accepted: 15 July 2021

(DOI): 10.22034/AEJ.2021.293175.2574

مقاله پژوهشی

تأثیر عوامل محیطی بر پراکنش سپر ماهیان غالب در دریای عمان

علی رضا راستگو^{۱*}، علی سالارپوری^۲، تورج ولی نسب^۳^۱ پژوهشکده آبی پروری جنوب کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران^۲ پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران^۳ موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

چکیده

کلمات کلیدی

مقدمه: پژوهش حاضر با هدف مطالعه تأثیر عوامل محیطی بر پراکنش در چهار گونه از سپر ماهیان غالب در دریای عمان انجام شد. **مواد و روش ها:** نمونه برداری از مهر لغایت دی ماه ۱۳۹۶ در آب های ایرانی دریای عمان از خلیج گواتر تا تنگه هرمز با استفاده از کشتی ترالر فردوس ۱ انجام شد. فاکتورهای محیطی به وسیله CTD ثبت گردید و جهت تعیین فاکتورهای تأثیرگذار بر انتخاب زیستگاه در گونه های مورد مطالعه از مدل GAM استفاده گردید.

نتایج: نتایج نشان داد که عوامل محیطی مثل کلروفیل a، عمق و اکسیژن محلول بیشترین تأثیر را در انتخاب زیستگاه در گونه های *Pastinachus* (سپر ماهی دم دراز) و *Brevitrygon walga* (سپر ماهی دم کوتاه) دارد. از سوی دیگر، فراوانی گونه *Gymnura poecilura* (سپر ماهی دم گاوی) ارتباط معنی داری با فاکتور محیطی عمق داشت. این در حالی است که پراکنش گونه *sephen* (سپر ماهی پروانه ای دم بلند) با هیچ یک از فاکتورهای محیطی ارتباط معنی داری نشان نداد؛ که این موضوع می تواند به دلیل تغذیه این گونه از ماهیان استخوانی و وابستگی کم تر به موجودات کفزی باشد.

بحث و نتیجه گیری: پراکنش مکانی سپر ماهیان در مناطق دریایی می تواند منعکس کننده اثر تعاملی و ترکیبی از فاکتورهای متعدد زیستی و غیر زیستی باشد.

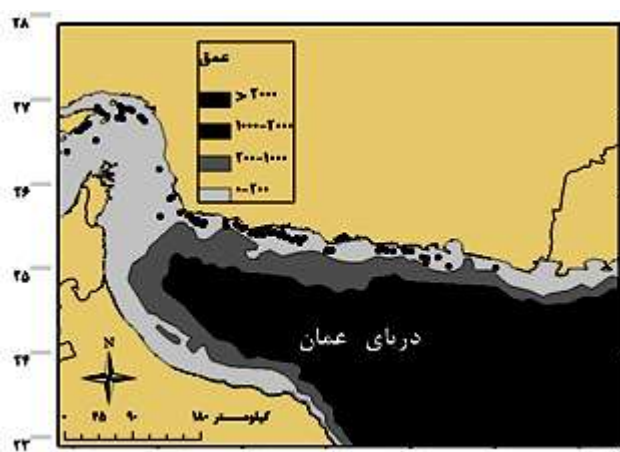
مقدمه

ماهیان غضروفی از گونه‌های مهم در اکوسیستم‌های دریایی می‌باشند و بسیاری از گونه‌های این گروه نقش بسیار مهمی در نواحی ساحلی و آب‌های آزاد در سراسر دنیا دارند (۱، ۲). مطالعات زیادی نشان داده است که حذف شکارچیان بزرگ از اکوسیستم‌های دریایی می‌تواند منجر به اثرات شدید و پایدار در کاهش سطوح غذایی و یا متلاشی شدن جوامع دریایی گردد (۳، ۴، ۵). تاکنون بیش‌تر مطالعات انجام شده بر روی حذف شکارچیان از سیستم‌های دریایی بر روی فشار صیادی بالا تمرکز داشته‌اند (۶، ۷، ۸). به‌رحال، عوامل دیگری نیز وجود دارد که ممکن است بر روی فراوانی و پراکنش ماهیان غضروفی درون اکوسیستم‌های دریایی تاثیرگذار باشند. بررسی فاکتورهای غیر زیستی آسان‌تر از عوامل زیستی است و ممکن است برخی از عوامل مهم برای الگوهای رفتاری درون اکوسیستم دریایی را آشکار کند. بررسی فاکتورهای زیستی نیز از قبیل تراکم صید و در دسترس بودن آن‌ها (۸، ۹، ۱۰، ۱۱) و پرهیز از شکارچیان (۱۲، ۱۳، ۱۴) نیز به‌عنوان عوامل مهم در بوم‌شناسی پراکنش ماهیان غضروفی نشان داده شده است. این مطالعات نشان داده‌اند که دامنه‌ای از عوامل بر جمعیت‌های سپر ماهیان و اکوسیستم زیستگاه آنان، تاثیر می‌گذارند. هم‌چنین شناخت پاسخ گونه‌های مختلف به فاکتورهای زیستی و غیرزیستی از دیدگاه بوم‌شناختی برای تعیین زیستگاه گونه بسیار کاربردی و بنیادین می‌باشد. هم‌چنین، تعیین کمیت اثرات فاکتورهای چندگانه بر روی یکدیگر ممکن است از منظر مدیریت شیلاتی بسیار مفید باشد (۱۵). همین موضوع سبب شده است که برخی شکارچیان دریایی به‌عنوان یک شاخص مناسب برای بررسی کیفیت زیستگاه و سلامت اکوسیستم ارزیابی شوند (۱۶، ۱۷). دریای عمان از مناطق شیلاتی مهم در غرب اقیانوس هند می‌باشد که تنوع گونه‌ای بالایی از سپر ماهیان را نیز دارد. این گروه از ماهیان بخش قابل توجهی از توده زنده آبزیان (تقریباً ۲۴ درصد) در دریای عمان را تشکیل می‌دهند (۱۷). با این وجود، ذخایر این گروه از آبزیان در سال‌های اخیر به علت اثرات مستقیم صیادی کاهش چشمگیری را نشان داده است (۱۸). از طرفی، ویژگی‌های زیستی این گروه از آبزیان از قبیل استراتژی‌های تغذیه‌ای متفاوت (۱۹)، نرخ رشد کند، هم‌آوری پائین و سن بلوغ بالا، این گروه را به‌شدت در برابر تغییرات و آشفتگی‌های اکوسیستم آسیب‌پذیر می‌کند. بنابراین اطلاعات بنیادین پیرامون انتخاب زیستگاه و اثرات عوامل محیطی بر پراکنش این گروه، می‌تواند در تعیین شرایط زیستی گونه‌ها جهت بازسازی ذخائر آن‌ها و هم‌چنین شناخت پاسخ گونه‌ها به تغییرات محیط زیست مورد استفاده قرار گیرد (۲۰). بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر عوامل محیطی بر

انتخاب زیستگاه در چهار گونه سپر ماهی هم‌زیست در دریای عمان با استفاده از مدل GAM انجام شد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه‌ها در طی گشت دریایی از مهر تا دی ماه سال ۱۳۹۶ از ترکیب صید شناور تحقیقاتی ترالر "فردوس ۱" با سرعت تقریبی ۳ گره دریایی که مجهز به تور ترال کف با چشمه ساک ۸۰ میلی‌متر در قسمت کیسه تور بود، جمع‌آوری گردید. مدت زمان تورکشی در هر ایستگاه یک ساعت بود. محدوده نمونه‌برداری از تنگه هرمز (محدوده آب‌های استان هرمزگان) تا محدوده خلیج گواتر در دریای عمان انجام شد (شکل ۱). انتخاب ایستگاه‌ها به‌صورت تصادفی ساده انجام شد و عمق نمونه‌برداری از ۱۰ تا ۷۰ متر و تعداد ایستگاه‌های ترال کشی شده ۶۹ ایستگاه بود.



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده برای چهار گونه سپر ماهی غالب در دریای عمان و تنگه هرمز

پس از انجام هر بار تورکشی، نمونه‌های سپر ماهیان جداسازی شدند و سپس برای تمامی نمونه‌ها پس از تعیین جنسیت (۲۱)، مشخصات از قبیل وزن کل با استفاده از ترازوی دیجیتال (با دقت ۲۰ گرم) و طول کل با استفاده از تخته بیومتری (با دقت ۱ میلی‌متر) ثبت گردید. ثبت فاکتورهای محیطی از قبیل دما (درجه سلسیوس: Degrees Celsius)، شوری (Practical Salinity Unit: PSU)، اکسیژن محلول (Parts Per Million: ppm)، کدورت (Nephelometric Unit: FNU)، هدایت الکتریکی (Microsiemens Per Centimeter: ms/cm) و عمق (متر) با استفاده از دستگاه CTD (Conductivity Temperature Depth) انجام شد. بدین‌منظور پس از استقرار کشتی در ایستگاه مورد نظر و قبل از تورریزی، دستگاه

GAM یک مدل خطی تعمیم یافته است که به صورت خطی از متغیرهای پیش بینی وابسته توابع ناشناخته را پیش بینی می کند. این مدل در اصل برای ایجاد خواص مدل های خطی تعمیم یافته با مدل های افزودنی طراحی شده اند. آماره مورد استفاده برای انتخاب بهترین مدل، معیار آگاهی آکایک (AIC: Akaike Information Criterion) و آماره عمومی متناوب اعتبارسنجی (Generalized Cross-Validation: GCV: statistic) می باشد. AIC اندازه گیری کیفیت نسبی مدل های آماری برای یک مجموعه داده است. با توجه به مجموعه ای از مدل ها برای داده ها، AIC کیفیت هر مدل را نسبت به هر یک از مدل های دیگر برآورد می کند. انتخاب مدل بهتر براساس کم تر بودن دو شاخص AIC و GCV می باشد که برای بهترین مدل و برای میزان شایستگی برای هر گونه مشخص گردید (۲۳). تجزیه و تحلیل آماری توسط نرم افزار R با استفاده از بسته Vegan برای CCA و بسته GAM Package برای مدل های تعمیم یافته عمومی (GAM) انجام شد.

نتایج

در مجموع تعداد ۱۲۴۲ عدد نمونه از چهار گونه سپرماهی غالب صید گردید که زیست سنجی آن ها در جدول ۱ و فراوانی هر جنس در هر یک از کلاس های طولی در شکل ۲ ارائه شده است. هم چنین، به استثنای سپرماهی *Gymnura poecilura*، سه گونه دیگر از نظر نسبت جنسی اختلاف معنی داری را نشان دادند (جدول ۱).

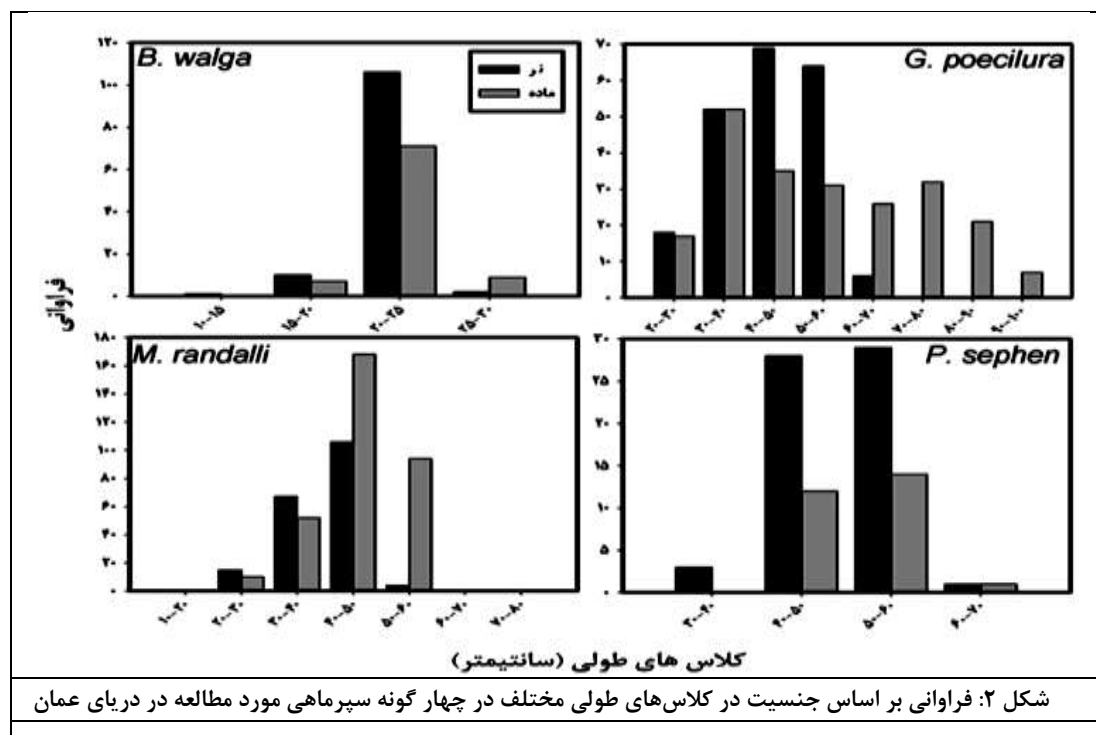
جدول ۱. زیست سنجی چهار گونه سپر ماهی هم زیست در دریای عمان و تنگه هرمز

گونه	تعداد	دامنه طولی (cm)	SD ± میانگین	نسبت جنسی		χ^2
				نر	ماده	
<i>Brevitrygon walga</i>	۲۰۶	۱۳/۲۷-۵	۲۲/۵ ± ۱۳	۱	۰/۷۳۱	P<0.05
<i>Gymnura poecilura</i>	۴۳۰	۱۰۰-۲۴	۵۰/۲ ± ۷۹	۱	۱/۰۵۷	P>0.05
<i>Maculabatis randalli</i>	۵۱۸	۱۹/۷۷-۵	۴۳/۹ ± ۳۲	۱	۱/۶۹۲	P<0.05
<i>Pastinachus sephen</i>	۸۸	۶۴-۴۰	۵۰/۴ ± ۶۰	۱	۰/۴۴۲	P<0.05

نتایج همبستگی نیز با استفاده از ۹۹۹ مرتبه تکرار با روش Anova Permutation test نشان داد که تنها محور اول تاثیر معنی داری دارد که نشان می دهد ارزش ویژه محاسباتی یا همبستگی در این محور به شکل معنی دار در توجیه تغییرات سهم می باشد (جدول ۲). هم چنین در مورد عوامل محیطی نیز نتایج نشان داد که چهار عامل محیطی هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، دما و کلروفیل a تاثیرات معنی داری در محاسبات دارند که نشان دهنده ارزش محاسباتی آن ها می باشد (جدول ۲).

CTD با استفاده از طناب و وینچ به عمق مورد نظر فرستاده شد و یک ستون از سطح تا عمق برای فاکتورهای ذکر شده ثبت گردید. جهت آنالیز مقدار تاثیر گذاری فاکتورهای محیطی ثبت شده بر گونه های مورد مطالعه، از فاکتورهای محیطی ثبت شده در چندین متر نزدیک به بستر میانگین گرفته شد و در آنالیزها استفاده گردید (۲۲). از آن جایی که محدودیت روش آماری این است که اثرات داده های محیطی خطی هستند، از متغیرهای محیطی Ln گرفته شد تا اثرات عوامل محیطی به صورت خطی نمایش داده شوند. سپس جهت تعیین مهم ترین فاکتورهای فیزیکی در انتخاب زیستگاه برای هر یک از گونه های مورد مطالعه از روش تحلیل تطبیقی متعارفی (Canonical correspondence analysis: CCA) استفاده گردید. این روش یکی از متداول ترین روش های تحلیل چندمتغیره بوده و هدف آن تعیین ارتباط خطی بین متغیرهای چند بعدی است. در بسیاری از مطالعات آماری، متغیرها را می توان به دو دسته متغیرهای پیش بینی کننده (مستقل) و متغیرهای پاسخ (وابسته) طبقه بندی نمود. تحلیل تطبیقی متعارفی روشی است که برای بررسی وابستگی بین دو گروه متغیر مورد استفاده قرار می گیرد. هم چنین از این روش به عنوان ابزاری برای کاهش حجم اطلاعات مورد بررسی در محاسبات استفاده می شود. جهت تعیین بهترین مدل برای بیان اثر عوامل موثر بر انتخاب زیستگاه در گونه های مورد مطالعه از Anova Permutation test استفاده گردید. سپس برای مدل سازی اثرات عوامل محیطی بر پراکنش گونه ها بعد از ۱۰۰۰ مرتبه تکرار از مدل GAM (Generalized additive model) استفاده شد (۲۳). مدل

نتایج مربوط به آنالیز اکتشافی CCA نشان داد که پراکنش گونه *G. poecilura* متاثر از فاکتور محیطی عمق می باشد. در طرف دیگر، فاکتور شوری و دما بیش ترین تاثیر را در پراکنش و انتخاب زیستگاه به ترتیب در دو گونه *M. randalli* و *B. walga* نشان دادند. از طرف دیگر، فاکتور محیطی کلروفیل a بیش ترین تاثیر را بر روی انتخاب زیستگاه گونه *P. sephen* نشان داد (شکل ۳). مقادیر ویژه به دست آمده از آزمون CCA نیز نشان داد که محور ۱، ۲ و ۳ به ترتیب ۰/۱۹، ۰/۰۳ و ۰/۰۱ درصد تغییرات موجود در داده ها را توجیه می کند.

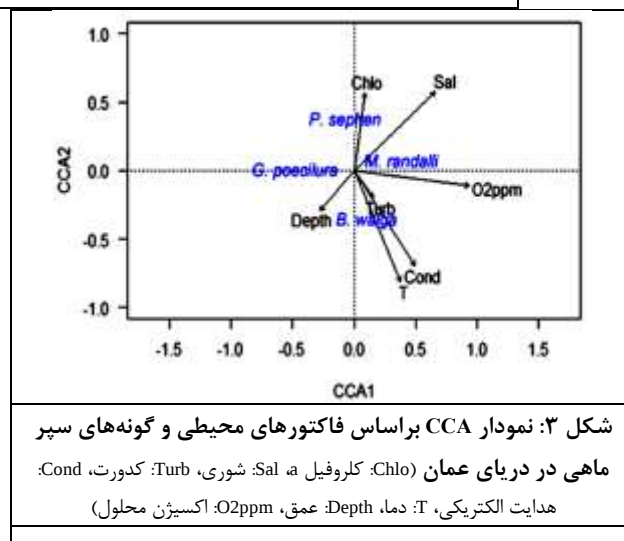


در نهایت، بهترین مدل با مقدار AIC ۱۶۰ به صورت گونه‌ها در مقابل به ترتیب دما+ هدایت الکتریکی+ شوری+ اکسیژن محلول+ کلروفیل a + عمق به دست آمد. هم‌چنین در جدول ۳ جزئیات مربوط به بهترین مدل ارائه شده است.

جدول ۳: نتایج بهترین مدل بین گونه‌های مورد مطالعه و متغیرهای محیطی در دریای عمان

P-value	F	فاکتورهای محیطی
۰/۰۱۵	۳/۹	دما
۰/۰۱۵	۴/۰	هدایت الکتریکی
۰/۱۳۵	۱/۲	شوری
۰/۰۰۵	۶/۹	اکسیژن محلول
۰/۰۱۰	۵/۰	کلروفیل a
۰/۰۶۵	۲/۷	عمق
۰/۹۰۵	۰/۱	کدورت

نتایج مدل GAM برای هر گونه دارای وضعیت متفاوتی بود که در جدول ۴ ارائه شده است. گونه *G. poecilura* به هیچ‌یک از عوامل محیطی واکنش نشان نداد و به عبارتی پراکنش این گونه متأثر از هیچ‌کدام از عوامل محیطی بررسی شده نمی‌باشد. در دیگر سو، پراکنش گونه‌های *B. walga* و *M. randalli* بیش‌تر تحت تأثیر عوامل محیطی کلروفیل a، عمق و اکسیژن محلول بود؛ که این سه فاکتور به ترتیب ۲۱/۸ و ۴۲/۶ درصد واریانس داده‌ها را پوشش دادند. این در حالی است که عامل محیطی عمق بیش‌ترین اثر را بر پراکنش گونه *P. sephen* نشان داد (جدول ۴). کم‌ترین مقدار AIC و GCV در مدل GAM



جدول ۴: نتایج همبستگی با ۹۹۹ بار تکرار برای متغیرهای محیطی و

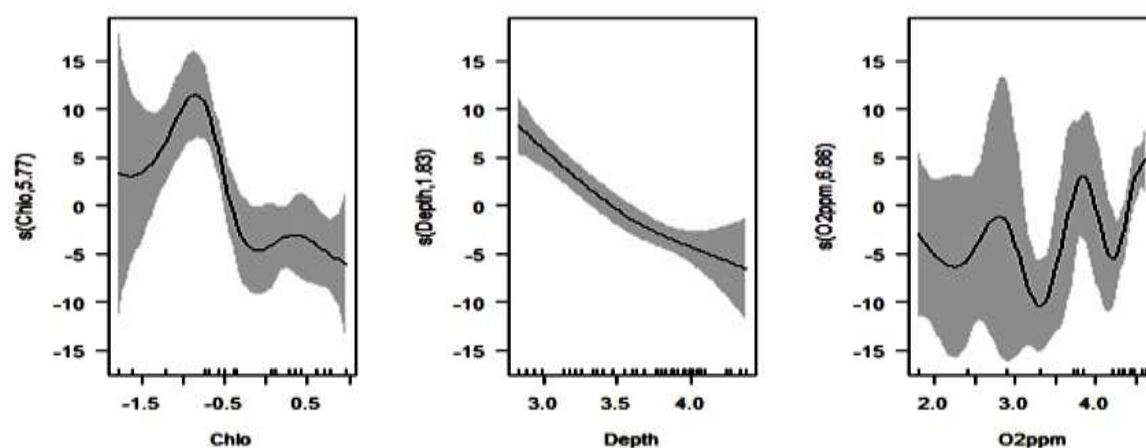
محورها		
P-value	F-ratio	
۰/۰۰۳	۵/۴	دما
۰/۰۰۰	۹/۹	هدایت الکتریکی
۰/۳۱۲	۱/۱	شوری
۰/۰۰۰	۹/۴	اکسیژن محلول
۰/۰۴۹	۳/۰	کلروفیل a
۰/۸۶۱	۰/۱	کدورت
۰/۰۶۹	۲/۶	عمق
۰/۰۰۰	۲۷/۳	محور ۱
۰/۲۰۳	۵/۰	محور ۲
۰/۹۹۳	۱/۶	محور ۳

a در دامنه بین ۰/۶ تا ۱ (میلی گرم بر مترمکعب)، به همراه عمق در دامنه بین ۲۹ تا ۳۶ متری و اکسیژن محلول در دامنه بین ۶۶ تا ۸۱ ppm بیشترین اثرگذاری در انتخاب زیستگاه در گونه *B. walga* دارند (شکل ۴).

برای گونه *P. sephen* به ترتیب با مقدار ۳۳۳/۸ و ۷/۲ به دست آمد که نشان دهنده وضعیت بهتر مدل برای گونه مذکور نسبت به سایر گونه های مورد مطالعه می باشد (جدول ۴). روند تغییرات فاکتورهای محیطی معنی دار بر پراکنش گونه *B. walga* نشان داد که کلروفیل

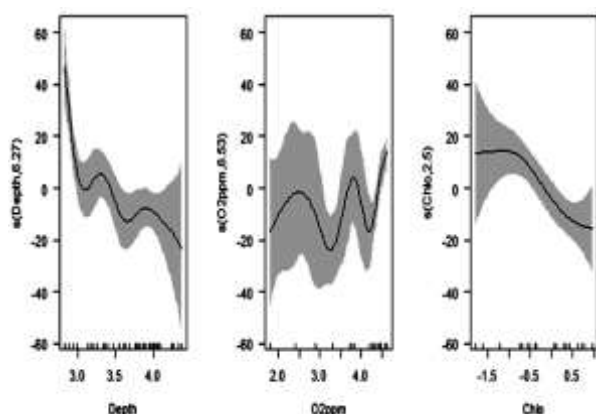
جدول ۴: نتایج مدل GAM برای گونه های مورد مطالعه در دریای عمان (Chlo: کلروفیل، a؛ O2ppm: اکسیژن محلول؛ T: دما؛ Depth: عمق)

GCV	AIC	درصد پوشش واریانس	متغیرهای محیطی (سطح معنی داری)	
۶۵/۳	۴۸۵/۲	-	-	<i>G. poecilura</i>
۲۲/۰	۴۱۰/۱	۴۲/۶	Chlo (۰/۰۰۸)، Depth (۰/۰۰۶)، O2ppm (۰/۰۱۹)	<i>B. walga</i>
۷/۲	۳۳۳/۸	۱۵/۳	Depth (۰/۰۶۴)	<i>P. sephen</i>
۳۱۰/۹	۵۹۲/۸	۲۱/۸	Depth (۰/۰۲۱)، O2ppm (۰/۰۴۶)، Chlo (۰/۰۶۷)	<i>M. randalli</i>



شکل ۴: نمودار GAM برای گونه *B. walga* براساس فاکتورهای محیطی در دریای عمان

(Chlo: کلروفیل، a؛ Depth: عمق، O2ppm: اکسیژن محلول)



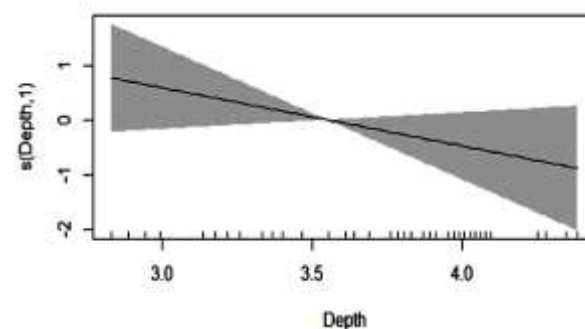
شکل ۵: نمودار GAM برای گونه *P. sephen* براساس فاکتورهای محیطی در دریای عمان

(Chlo: کلروفیل، a؛ Depth: عمق، O2ppm: اکسیژن محلول)

بحث

در مطالعه حاضر اثر عوامل محیطی بر فراوانی چهار گونه از سپر ماهیان در دریای عمان بررسی گردید. نتایج نشان داد که به استثنای

در طرف دیگر، روند تغییرات عمق بین ۲۷ تا ۴۴ متر بیشترین تاثیر در انتخاب برای گونه *P. sephen* را نشان داد (شکل ۵). در دیگر سو، روند تغییرات فاکتورهای محیطی معنی دار بر انتخاب زیستگاه در گونه *M. randalli* نشان داد که کلروفیل a در دامنه بین ۰/۷ تا ۱/۳ (میلی گرم بر مترمکعب)، عمق در دامنه بین ۲۲ تا ۳۳ متر و اکسیژن محلول در دامنه بین ۴۰ تا ۷۳ ppm بیشترین اثرگذاری در انتخاب زیستگاه در این را گونه دارند (شکل ۶).



شکل ۶: نمودار GAM برای گونه *M. randalli* براساس فاکتورهای محیطی در دریای عمان

(Depth: عمق)

گونه *G. poecilura*، اثر عوامل محیطی بر انتخاب زیستگاه در سایر گونه‌های مورد مطالعه موثر است. متغیرهای محیطی معمولاً به عنوان عوامل مهم تاثیرگذار بر پراکنش مکانی ماهیان غضروفی در بسیاری از مطالعات گزارش شده است (۲۴، ۱۵). با وجود تاثیر توأم عوامل محیطی بر پراکنش و انتخاب زیستگاه گونه‌ها، نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داد، که اثر فاکتورهای محیطی بررسی شده بر گونه‌های مورد مطالعه اهمیت دارد و احتمالاً وابسته به نیازهای خاص زیستگاه برای هر گونه، می‌باشد (۱۵). براساس نتایج مطالعه حاضر، فاکتورهای محیطی موثر بر انتخاب زیستگاه در گونه *G. poecilura* تاثیر معنی‌داری را نشان ندادند. چندین مطالعه به این مورد اشاره کرده‌اند که تراکم صید و در دسترس بودن آن‌ها می‌تواند بر الگوهای انتخاب زیستگاه در بسیاری از گونه‌ها اثرگذار باشد (۹، ۲۵، ۱۰، ۲۶، ۲۷، ۱۵). بنابراین، با توجه به رژیم غذایی گونه *G. poecilura* که بیش‌تر از ماهیان استخوانی فعال در اکوسیستم تغذیه می‌کند (۲۸) و همچنین تعداد زیاد معده‌های خالی در نمونه‌های صید شده از این گونه (۲۹) می‌توان نتیجه‌گیری کرد که این گونه از شناگران فعال بوده و زمان بیش‌تری را صرف جست و جوی غذا می‌کند. بنابراین وابستگی کم‌تری به موجودات کفزی دارد و عدم تاثیر فاکتورهای محیطی بر این گونه را می‌توان توجیه کرد. اکسیژن محلول از فاکتورهای مهم و اثرگذار در پراکنش گونه‌های *M. randalli* و *B. walga* بود. اگرچه مطالعات نسبتاً اندکی با هدف نقش اکسیژن محلول بر اکولوژی پراکنش ماهیان غضروفی انجام شده است، اما اثرات این فاکتور غیرزیستی هم بر پراکنش (۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۱۵) و هم بر فراوانی (۱۴، ۱۵، ۳۵) چندین گونه از کوسه ماهیان و سپر ماهیان مشخص شده است که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. به هر حال، ذکر این نکته مهم است که به عنوان یک عامل برای انتخاب زیستگاه، اکسیژن محلول احتمالاً بیش‌ترین تاثیر را بر روی گونه‌هایی دارد که در زیستگاه‌هایی با سطح اکسیژن نسبتاً پایین زیست می‌نمایند (۲۴، ۱۵). به نظر می‌رسد که این دو گونه مورد مطالعه یک سازگاری طبیعی در راستای بهبود پاسخ فیزیولوژیک به شرایط خاص اکسیژن دارند که به آن‌ها اجازه می‌دهد با شرایط محیط زیست‌شان سازگار شوند (۳۶، ۳۷). بنابراین، سطح اکسیژن محلول ممکن است نقش مهمی را در اکولوژی پراکنش و انتخاب زیستگاه در برخی سپر ماهیان بازی کند، که این موضوع می‌تواند از روی تغییر مکان نمونه‌ها جهت حفظ سطح اکسیژن محلول مناسب و یا به عنوان ابزاری برای بهره‌برداری از منابع غیرقابل دسترس برای دیگر شکارچیان و در نتیجه کاهش رقابت، استنباط گردد (۲۴). از آن جایی که عمده رژیم غذایی در دو گونه *M. randalli* و *B. walga* را موجودات کفزی مانند سخت‌پوستان تشکیل می‌دهند (۲۸)، می‌توان نتیجه گرفت که زیستن در مناطق کم اکسیژن می‌تواند به این گونه

این امکان را بدهد تا از منابعی تغذیه کند که دیگر شکارچیان دسترسی کم‌تری به آن دارند. همان گونه که، توانایی سپر ماهی پوزه گاوی (*Rhinoptera bonasus*) (۲۲) در نفوذ به محیط‌های کم اکسیژن به این معنی است که این گونه به شکارهایی دسترسی دارد که شکارچیان دیگر به آن‌ها دسترسی ندارند (۳۸، ۲۲، ۱۵). در مطالعه حاضر، انتخاب زیستگاه در گونه‌های *M. randalli* و *B. walga* با میزان کلروفیل a موجود در محیط ارتباط نشان داد. کلروفیل a از فاکتورهای تاثیرگذار بر پراکنش، فراوانی و مشاهده مکانی در یک گونه از سپر ماهیان گزارش شده است (۱۵) که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. همچنین در مطالعه Craig و همکاران (۲۲) انتخاب زیستگاه سپر ماهی *Rhinoptera bonasus* با مقدار کلروفیل a موجود در سطح ارتباط نشان داد که این موضوع می‌تواند نشان‌دهنده حضور گونه مورد مطالعه در مناطق با تولیدات اولیه بالا می‌باشد (۳۹، ۱۵). در دیگر سو، در مقیاس‌های کوچک‌تر و منطقه‌ای، پراکنش ماهیان و شکارچیان سطوح غذایی بالاتر اغلب با مناطقی که تولیدات اولیه و ثانویه بالایی دارند، وابستگی مثبت دارد (۲۲). این موضوع احتمالاً به این دلیل است که این گونه زیستگاه‌ها فرصت شکار کردن را برای شکارچی افزایش می‌دهد (۲۲). در این میان، فاکتورهای غیرزیستی ممکن است به صورت غیرمستقیم (مثلاً تغییر در پراکنش و فراوانی گونه‌های اصلی صید) و یا مستقیم بر انتخاب زیستگاه سپر ماهیان تاثیرگذار باشند. در مطالعه حاضر مشخص شد که گونه‌های *M. randalli*، *B. walga* و *P. sephen* تاثیرپذیری معنی‌داری از عمق برای انتخاب زیستگاه خود دارند. پیرامون اثر عمق در انتخاب زیستگاه در سپر ماهیان اطلاعات محدودی وجود دارد. الگوهای توزیع تنوع زیستی و انتخاب زیستگاه اغلب نتیجه تعامل چندین فاکتور است که شناسایی و جداسازی آن‌ها از یکدیگر دشوار می‌باشد. بنابراین روش‌هایی برای شناسایی اثرات مشترک و تاثیرات مستقل این گونه عوامل هم در بوم‌شناسی پایه و در بوم‌شناسی کاربردی دارای ارزش زیادی هستند (۳۵). نتیجه مطالعه حاضر با مطالعه Navarro و همکاران (۳۵) در یک راستا قرار دارد؛ جایی که نویسندگان دریافتند که از بین فاکتورهای محیطی، عمق بخش بزرگی از تنوع زیستی در غرب دریای مدیترانه را تحت تاثیر خود قرار داد. همچنین مشابه نتایج مطالعه حاضر، تاثیر متغیر محیطی عمق برای بررسی تنوع زیستی دریایی به طور گسترده‌ای گزارش شده است (۳۹، ۴۰، ۴۱). فاکتورهای غیرزیستی بررسی شده در مطالعه حاضر می‌تواند بر فاکتورهای زیستی تاثیرگذار باشد و این موضوع اغلب یک چالش برای کشف اثرات دقیق فاکتورهای غیرزیستی بر انتخاب زیستگاه گونه‌ها می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان داد که پاسخ مشترک به چندین فاکتور محیطی، ممکن است بعضی مواقع بیش‌تر از پاسخ خالص به یک عامل دارای اهمیت باشد. به هر

(chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. ICES Journal of Marine Science. 57: 476-494.

7. **Baum, J.K. and Worm, B., 2009.** Cascading top-down effects of changing oceanic predator abundances. *J Anim Ecol.* 78: 699-714.
8. **Heithaus, M.R., 2001.** Predator-prey and competitive interactions between sharks (order Selachii) and dolphins (suborder Odontoceti): a review. *Journal of Zoology.* 253: 53-68.
9. **Heithaus, M., Dill, L., Marshall, G. and Buhleier, B., 2002.** Habitat use and foraging behavior of tiger sharks (*Galeocerdo cuvier*) in a seagrass ecosystem. *Marine Biology.* 140: 237-248.
10. **Torres, L.G., Heithaus, M.R. and Delius, B., 2006.** Influence of teleost abundance on the distribution and abundance of sharks in Florida Bay, USA. *Hydrobiologia.* 569: 449-455.
11. **Goetze, J. and Fullwood, L., 2013.** Fiji's largest marine reserve benefits reef sharks. *Coral Reefs.* 32: 121-125.
12. **Heupel, M. and Hueter, R., 2002.** Importance of prey density in relation to the movement patterns of juvenile blacktip sharks (*Carcharhinus limbatus*) within a coastal nursery area. *Marine and Freshwater Research.* 53: 543-550.
13. **Collins, A., Heupel, M. and Motta, P., 2007.** Residence and movement patterns of cownose rays *Rhinoptera bonasus* within a south-west Florida estuary. *Journal of Fish Biology.* 71: 1159-1178.
14. **Heithaus, M.R., Delius, B.K., Wirsing, A.J. and Dunphy-Daly, M.M., 2009.** Physical factors influencing the distribution of a top predator in a subtropical oligotrophic estuary. *Limnology and Oceanography.* 54: 472-482.
15. **Navarro, J., Cardador, L., Fernández, Á.M., Bellido, J.M. and Coll, M., 2016.** Differences in the relative roles of environment, prey availability and human activity in the spatial distribution of two marine mesopredators living in highly exploited ecosystems. *Journal of biogeography.* 43: 440-450.
16. **Metcheva, R., Yurukova, L., Teodorova, S. and Nikolova, E., 2006.** The penguin feathers as bioindicator of Antarctica environmental state. *Science of the Total Environment.* 362: 259-265.
17. **Valinassab, T., Daryanabard, R., Dehghani, R. and Pierce, G.J., 2006.** Abundance of demersal fish resources in the Persian Gulf and Oman Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom.* 86: 1455-1462.
18. **Rastgoo, A.R. and Valinassab, T., 2018.** Studying the frequency and distribution of the dominant species of shield fishes in the Oman Sea and determining the effect of ecological factors. *Iranian Fisheries Science Research Institute.* 96 p. (In Persian)
19. **Rastgoo, A.R., Fatemi, S.M.R., Valinassab, T. and Mortazavi, M.S., 2017.** Feeding ecology and dietary comparisons among three stingrays (Elasmobranchii; Dasyatidae) in the Iranian waters of Gulf of Oman and Strait of Hormoz. *Journal of Animal Environment.* 9(3): 275-284. (In Persian)
20. **Mir Balouchzahi, Y., Hedayati, S.A.A., Mirzaei, M.R. and Rastgoo, A.R., 2020.** The effective environmental factors on habitat use of three elasmobranch species in the Iranian waters of Gulf of Oman. *Journal of Animal Environment.* 12(1): 165-172. (In Persian)

حال، برخی ابهامات و سوالات درخصوص این که کدام فاکتور نهایتاً اثر بیش تری بر پراکنش و انتخاب زیستگاه گونه‌ها دارد، همچنان وجود دارد. در پایان، نتایج این مطالعه نشان داد که عوامل محیطی کلروفیل a، عمق و اکسیژن محلول بیش ترین تاثیر در انتخاب زیستگاه در گونه‌های *Brevitrygon walga* و *Maculabatis randalli* دارند. از سوی دیگر، فراوانی گونه *Pastinachus sephen* ارتباط معنی داری با فاکتور محیطی عمق داشت. این درحالی است که پراکنش گونه *Gymnura poecilura* با هیچ یک از فاکتورهای محیطی ارتباط معنی داری نشان نداد. در نتیجه پاسخ مشترک به چندین فاکتور محیطی، ممکن است بعضی مواقع بیش تر از پاسخ خالص به یک عامل دارای اهمیت باشد. به هر حال، برخی ابهامات و سوالات درخصوص این که کدام فاکتور نهایتاً اثر بیش تری بر پراکنش و انتخاب زیستگاه گونه‌ها دارد، نیاز به بررسی بیش تر دارد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور و اداره کل حفاظت محیط زیست استان هرمزگان در قالب پروژه تحقیقاتی جایگزین خدمت سربازی زیر نظر مرکز نخبگان و استعدادهای برتر انجام گرفت. نویسندگان مراتب قدردانی خود را از ناخدا هادی محمدزاده و کلیه پرسنل کشتی صیادی فردوس ۱ جهت نمونه برداری و کلیه همکاران عزیز در پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان ابراز می‌دارند.

منابع

1. **Ferretti, F., Myers, R.A., Serena, F. and Lotze, H.K., 2008.** Loss of large predatory sharks from the Mediterranean Sea. *Conservation Biology.* 22: 952-964.
2. **Heithaus, M.R., Frid, A., Wirsing, A.J. and Worm, B., 2008.** Predicting ecological consequences of marine top predator declines. *Trends in Ecology and Evolution.* 23: 202-210.
3. **Dulvy, N.K., Metcalfe, J.D., Glanville, J., Pawson, M.G. and Reynolds, J.D., 2000.** Fishery stability, local extinctions, and shifts in community structure in skates. *Conservation Biology.* 14: 283-293.
4. **Shepherd, T.D. and Myers, R.A., 2005.** Direct and indirect fishery effects on small coastal elasmobranchs in the northern Gulf of Mexico. *Ecology letters.* 8: 1095-1104.
5. **Polovina, J.J., Abecassis, M., Howell, E.A. and Woodworth, P., 2009.** Increases in the relative abundance of mid-trophic level fishes concurrent with declines in apex predators in the subtropical North Pacific, 1996-2006. *Fishery Bulletin.* 107: 523-531.
6. **Stevens, J., Bonfil, R., Dulvy, N. and Walker, P., 2000.** The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras

35. Navarro, J., Coll, M., Cardador, L., Fernández, Á.M. and Bellido, J.M., 2015. The relative roles of the environment, human activities and spatial factors in the spatial distribution of marine biodiversity in the Western Mediterranean Sea. *Progress in Oceanography*. 131: 126-137.
36. Routley, M.H., Nilsson, G.E. and Renshaw, G.M., 2002. Exposure to hypoxia primes the respiratory and metabolic responses of the epaulette shark to progressive hypoxia. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*. 131: 313-321.
37. Nilsson, G.E. and Renshaw, G.M., 2004. Hypoxic survival strategies in two fishes: extreme anoxia tolerance in the North European crucian carp and natural hypoxic preconditioning in a coral-reef shark. *Journal of Experimental Biology*. 207: 3131-3139.
38. Jorgensen, S.J., Klimley, A.P. and Muhlia-Melo, A.F., 2009. Scalloped hammerhead shark *Sphyrna lewini*, utilizes deep-water, hypoxic zone in the Gulf of California. *Journal of Fish Biology*. 74: 1682-1687.
39. Kendall, V.J. and Haedrich, R.L., 2006. Species richness in Atlantic deep-sea fishes assessed in terms of the mid-domain effect and Rapoport's rule. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*. 53: 506-515.
40. Macpherson, E., 2003. Species range size distributions for some marine taxa in the Atlantic Ocean. Effect of latitude and depth. *Biological Journal of the Linnean Society*. 80: 437-455.
41. Rex, M.A. and Etter, R.J., 2010. *Deep-sea Biodiversity: Patterns and Sale*. Harvard University Press, Harvard.
21. 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. Environment Agency- Abu Dhabi, UAE and IUCN Species Survival Commission Shark Specialist Group, Vancouver, Canada.
22. Craig, J., Gillikin, P., Magelnicki, M. and May, L., 2010. Habitat use of cownose rays (*Rhinoptera bonasus*) in a highly productive, hypoxic continental shelf ecosystem. *Fisheries Oceanography*. 19: 301-317.
23. Cortés, F., Waessle, J.A., Massa, A.M. and Hoyle, S.D., 2017. Aspects of the porbeagle shark bycatch in the Argentinean surimi fleet operating in the Southwestern Atlantic Ocean (50-57° S) during 2006.
24. Schlaff, A.M., Heupel, M.R. and Simpfendorfer, C.A., 2014. Influence of environmental factors on shark and ray movement, behaviour and habitat use: a review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 24: 1089-1103.
25. Shepard, E.L., Ahmed, M.Z., Southall, E.J., Witt, M.J., Metcalfe, J.D. and Sims, D.W., 2006. Diel and tidal rhythms in diving behaviour of pelagic sharks identified by signal processing of archival tagging data. *Marine Ecology Progress Series*. 328: 205-213.
26. Fauchald, P., 2009. Spatial interaction between seabirds and prey: review and synthesis. *Marine Ecology Progress Series*. 391: 139-152.
27. Jaine, F.R., Couturier, L.I., Weeks, S.J., Townsend, K.A., Bennett, M.B., Fiora, K. and Richardson, A.J., 2012. When giants turn up: sighting trends, environmental influences and habitat use of the manta ray *Manta alfredi* at a coral reef. *PLoS One*. 7: e46170.
28. Rastgoo, A.R., Navarro, J. and Valinassab, T., 2018. Comparative diets of sympatric batoid elasmobranchs in the Gulf of Oman. *Aquatic Biology*. 27: 35-41.
29. Rastgoo, A.R., Fatemi, S.M.R., Valinassab, T. and Mortazavi, M.S., 2016. Studying the diet of long tail butterflyfish *Gymnura poecilura* in Oman Sea and Strait of Hormuz; with an emphasis on gender and length class. *Journal of Aquatic Animals and Fisheries*. 6(24): 21-35. (In Persian)
30. Harris, M.P., Daunt, F., Newell, M., Phillips, R.A. and Wanless, S., 2010. Wintering areas of adult Atlantic puffins *Fratercula arctica* from a North Sea colony as revealed by geolocation technology. *Marine Biology*. 157: 827-836.
31. Espinoza, M., Farrugia, T.J. and Lowe, C.G., 2011. Habitat use, movements and site fidelity of the gray smooth-hound shark (*Mustelus californicus* Gill 1863) in a newly restored southern California estuary. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 401: 63-74.
32. Bernal, D., Carlson, J.K., Goldman, K.J. and Lowe, C.G., 2012. Energetics, metabolism, and endothermy in sharks and rays. In: Carrier, J.C., Musick, J.A. and Heithaus, M.R., (eds) *Biology of sharks and their relatives*, 2nd edn. CRC Press, Boca Raton. 211-237.
33. Martin, C.S., Vaz, S., Ellis, J.R., Lauria, V., Coppin, F. and Carpentier, A., 2012. Modelled distributions of ten demersal elasmobranchs of the eastern English Channel in relation to the environment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 418: 91-103.
34. Drymon, J.M., Carassou, L., Powers, S.P., Grace, M., Dindo, J. and Dzwonkowski, B., 2013. Multiscale analysis of factors that affect the distribution of sharks throughout the northern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin*. 111: 370-380.