فاکتورهای محیطی موثر بر انتخاب زیستگاه در سه گونه غضروف ماهیان در آب‌های ایرانی دریای عمان

- **یاسین میربلوچزهی**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **سیدعلی‌اکبر هدایتی**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **محمدرضا میرزایی**: مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، چابهار، ایران
- **علی‌رضا راستگو***: پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۸

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر عوامل محیطی بر پراکنش و انتخاب زیستگاه در سه گونه هم‌زیست از ماهیان غضروفی در دریای‌عمان انجام شد. نمونه‌برداری از مهرماه لغایت آبان ماه ۱۳۹۶ از نوار شمالی دریای‌عمان به‌وسیله کشتی ترال کف کلاس فردوس انجام شد. فاکتورهای محیطی به‌وسیله CTD ثبت گردید و جهت تعیین فاکتورهای تاثیرگذار بر انتخاب زیستگاه در گونه‌های مورد مطالعه از مدل GAM استفاده گردید. نتایج نشان داد که عامل محیطی کلروفیل a بیش‌ترین تاثیر در انتخاب زیستگاه در گونه *Iago omanensis* دارد. در دیگر سو، فراوانی گونه *Rhinobatos annandalei* ارتباط معنی‌داری با فاکتورهای محیطی اکسیژن محلول، کلروفیل a، درجه حرارت و هدایت الکتریکی داشت. از طرفی، فاکتورهای محیطی درجه حرارت و هدایت‌الکتریکی بر پراکنش گونه *Torpedo sinuspersici* نقش مهمی داشتند. نتایج مطالعه حاضر، علم و شناخت را از اکولوژی پراکنش ماهیان غضروفی هم‌زیست در دریای‌عمان را بهبود بخشید که می‌تواند در معرفی مکان‌های با احتمال حضور این گونه‌ها و تجزیه وتحلیل مکانی آن‌ها برای سایر محققین علاقه‌مند و مدیریت شیلاتی در آینده مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: ماهیان غضروفی، گونه‌های شاخص، انتخاب زیستگاه، فاکتورهای محیطی، دریای عمان

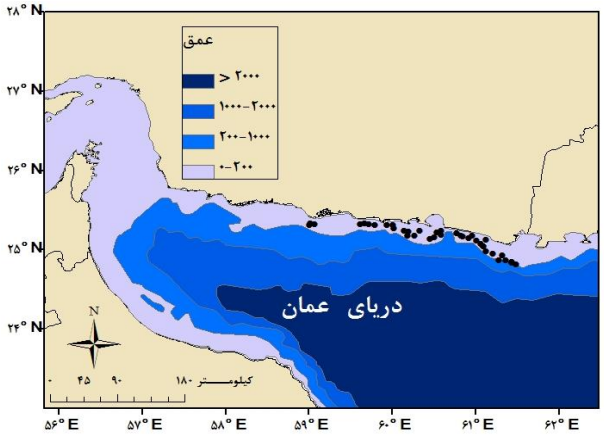
* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Rastgoo.alireza@yahoo.com

مقدمه

به‌دلیل افزایش تغییرات محیطی ناشی از فعالیت‌های انسانی بر اکوسیستم‌های دریایی،شناخت این‌که چگونه گونه‌ها به تغییرات محیط زیست‌شان پاسخ می‌دهند، بسیار مهم می‌باشد. در حال حاضر کوسه ماهیان و سفره‌ماهیان با یک‌سری آرایه از تهدیدات انسانی مخصوصاً در نواحی ساحلی، مواجه هستند (Dulvy و همکاران، ۲۰۱۴؛ Knip و همکاران، ۲۰۱۰). شدت توسعه نوار ساحلی از قبیل لایروبی، ساخت و ساز و از بین بردن زیستگاه‌ها به مقیاس وسیع تغییر زیستگاه‌ها و نابودی آن‌ها مرتبط دانسته شده است (Lotze و همکاران، ۲۰۰۶؛ Edgar و همکاران، ۲۰۰۰). ذکر این نکته مهم می‌باشد که اثرات بهره‌برداری زیستگاه‌های تغییر یافته برای کوسه‌ماهیان و سفره‌ماهیان لزوماً منفی نمی‌باشد. در مجموع، این‌گونه مطالعات مشخص می‌کند که چگونه تغییرات ناشی از فعالیت‌های انسانی پتانسیل برای تغییر شرایط زیست‌محیطی را دارند و بر روی سلامتی، انتخاب زیستگاه و اکولوژی پراکنش ماهیان غضروفی هم تاثیر مثبت و هم منفی دارند. اهمیت نقش شکارچیان از قبیل کوسه‌ماهیان و سفره‌ماهیان در شبکه غذایی‌اکوسیستم‌های ساحلی و اقیانوسی در سراسر دنیا برای محققین روشن شده است (Rastgoo و همکاران، ۲۰۱۸؛ Barria و همکاران، ۲۰۱۵؛ Bornatowski و همکاران، ۲۰۱۴). بنابراین ضروری است که عوامل مرتبط با انتخاب زیستگاه برای هرگونه شناخته شوند. همان گونه که جابجایی و پراکنش نقش بسیار مهم در اهمیت و استفاده زیستگاه‌های مهم برای کوسه‌ماهیان و سفره‌ماهیان بازی می‌کند، شناخت این‌که چه فاکتورهای غیرزیستی عامل جابجایی و انتخاب زیستگاه هستند می‌تواند اطلاعات ضروری را برای اکولوژی پراکنش گونه‌ها فراهم کند و داده‌های با ارزش را برای مدیریت موفق این گونه‌ها و زیستگاهشان را نشان دهد. سه گونه از ماهیان غضروفی شامل کوسه ماهی درنده‌چشم درشت *Iago omanensis* (Norman, 1939) از جنس *Iago* و خانواده Triakidae، گیتارماهی منقوط *Rhinobatos annandalei* Norman, 1926 از جنس *Rhinobatos* و خانواده Rhinobatidae و سپرماهی برقی‌مرمری *Torpedo sinuspersici* Olfers, 1831 از جنس *Torpedo* و خانواده Torpedinidae از مهم‌ترین گونه‌های صید ضمنی در دریای‌عمان می‌باشند که معمولاً بعد از صید به‌دلیل عدم ارزش تجاری به دریا ریخته می‌شوند. اگرچه هر سه گونه تمایل به اشغال زیستگاه‌های یکسان دارند، اما پیرامون اثر فاکتورهای محیطی بر انتخاب زیستگاه و مکانیسم هم‌زیستی بین آن‌ها در یک زیستگاه اطلاعاتی وجود ندارد. برای مثال، راستگو و ولی نسب (۱۳۹۶) اختلاف در رژیم غذایی و سطح پائین رقابت غذایی بین این گونه‌ها را یکی از مکانیسم‌های هم‌زیستی بین آن‌ها گزارش کردند. بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات نسبی فاکتورهای محیطی بر پراکنش و انتخاب زیستگاه در سه گونه ماهی غضروفی مذکور انجام شد.

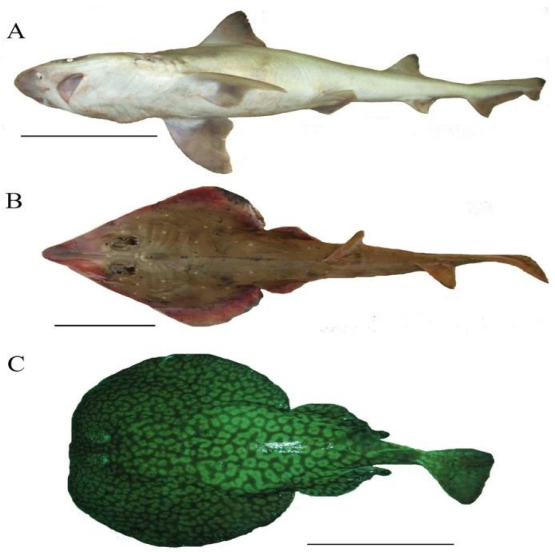
مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه‌ها در طی یک گشت دریایی از مهر ماه لغایت آبان ماه سال ۱۳۹۶ از ترکیب صید ترالرهای بستر روب از نوع کلاس فردوس در دریای‌عمان انجام شد. طول طناب بالایی تور ۵۰ متر و چشمه ساک تور در قسمت کیسه آن ۸۰ میلی‌متر (گره تا گره مقابل) بود. نمونه‌برداری از ۵۱ ایستگاه ترال‌کشی از آب‌های استان سیستان و بلوچستان انجام شد و عمق نمونه‌برداری از ۱۰ تا ۷۰ متر متغیر بود (شکل ۱).



شکل۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده برای سه گونه از ماهیان غضروفی در دریای عمان، سال ۱۳۹۶

ثبت فاکتورهای محیطی از قبیل درجه حرارت (درجه سلسیوس)، شوری (واحد شوری عملی، Practical Salinity Unit)، اکسیژن محلول (قسمت در میلیون PPM)، کدورت (واحد نفلومتریک فورمازین، Formazin Nephelometric Unit)، کلروفیل a (میلی‌گرم بر مترمکعب)، هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر) و عمق (متر) با استفاده از دستگاه CTD (Conductivity Temperature Depth) انجام شد. کار اصلی CTD شناسایی چگونگی تغییر رسانایی و دما در ستون آب در ارتباط با عمق می‌باشد که رسانایی اندازه‌گیری هدایت الکتریکی محلول در هر ایستگاه است. بدین‌منظور پس از استقرار کشتی در ایستگاه مورد نظر و قبل از توزیری، دستگاه CTD با استفاده از طناب و وینچ به عمق مورد نظر فرستاده شد و یک برش از سطح تا عمق برای فاکتورهای ذکر شده ثبت گردید. جهت آنالیز مقدار تاثیرگذاری فاکتورهای محیطی ثبت شده بر گونه‌های مورد مطالعه، از فاکتورهای محیطی ثبت شده در چندین متر نزدیک به بستر میانگین گرفته شد و در آنالیزها استفاده گردید (Craig و همکاران، ۲۰۱۰).



شکل ۲: سه گونه از ماهیان غضروفی بررسی شده در مطالعه حاضر در دریای‌عمان، سال ۱۳۹۶ (A: گونه *Iago omanensis*، B: گونه *Rhinobatos annandalei*، C: گونه *Torpedo sinuspersici*)

از آن‌جایی که محدودیت روش آماری این است که اثرات داده‌های محیطی خطی هستند، از متغیرهای محیطی Ln گرفته شد تا اثرات عوامل محیطی به‌صورت خطی نمایش داده شوند. سپس جهت تعیین مهم‌ترین فاکتورهای فیزیکی در انتخاب زیستگاه برای هر یک از گونه‌های مورد مطالعه از روش تحلیل تطبیقی متعارفی (Canonical correspondence analysis) استفاده گردید. این روش یکی از متداول‌ترین روش‌های تحلیل چندمتغیره بوده و هدف آن تعیین ارتباط خطی بین متغیرهای چندبعدی است. در بسیاری از مطالعه‌های آماری، متغیرها را می‌توان به دو دسته متغیرهای پیش‌بینی کننده (مستقل) و متغیرهای پاسخ (وابسته) طبقه‌بندی نمود. تحلیل تطبیقی متعارفی روشی است که برای بررسی وابستگی بین دو گروه متغیر مورد استفاده قرار می‌گیرد. هم‌چنین از این روش به‌عنوان ابزاری برای کاهش حجم اطلاعات مورد بررسی در محاسبات استفاده می‌شود. جهت تعیین بهترین مدل برای بیان عوامل موثر بر انتخاب زیستگاه در سه گونه مورد مطالعه از Anova Permutation test استفاده گردید. سپس برای مدل‌سازی اثرات عوامل محیطی بر پراکنش گونه‌ها بعد از ۱۰۰۰ مرتبه تکرار از مدل GAM (Generalized additive model) استفاده شد (Salarpouri و همکاران، ۲۰۱۸؛ Cortés و همکاران، ۲۰۱۷). مدل GAM یک مدل خطی تعمیم یافته است که به‌صورت خطی از متغیرهای پیش‌بینی وابسته توابع ناشناخته را پیش‌بینی می‌کند. این مدل در اصل برای ایجاد خواص مدل‌های خطی تعمیم یافته با مدل‌های افزودنی طراحی شده‌اند. آماره مورد استفاده برای انتخاب بهترین مدل، معیار آگاهی آکایک (AIC=Akaike Information Criterion) و آماره عمومی متناوب اعتبارسنجی (GCV=GeneralizedCross-Validation statistic) می‌باشد. AIC اندازه‌گیری کیفیت نسبی مدل‌های آماری برای یک مجموعه داده‌ای است. با توجه به مجموعه‌ای از مدل‌ها برای داده‌ها، AIC کیفیت هر مدل را نسبت به هر یک از مدل‌های دیگر را برآورد می‌کند. انتخاب مدل براساس کمینه‌سازی در هر دو AIC و GCV برای بهترین مدل و برای میزان شایستگی برای هر گونه مشخص گردید (Salarpouri و همکاران، ۲۰۱۸؛ Cortés و همکاران، ۲۰۱۷). تجزیه و تحلیل آماری توسط نرم‌افزار R با استفاده از پکیج Vegan برای CCA و پکیج GAMPackage برای مدل‌های تعمیم‌یافته عمومی (GAM) انجام شد.

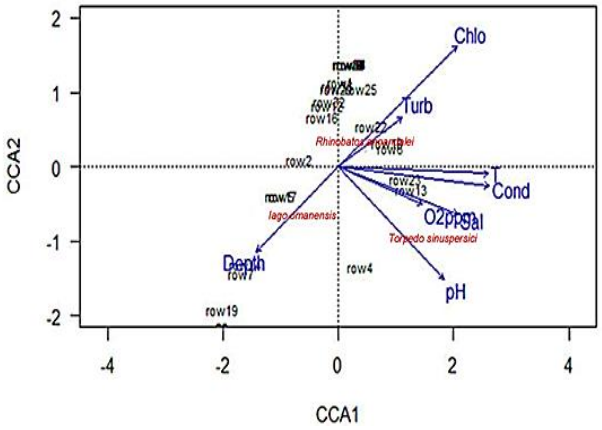
نتایج

در مجموع تعداد ۵۶۳ عدد نمونه از سه ماهی غضروفی مورد مطالعه صید گردید که زیست‌سنجی آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: زیست‌سنجی سه گونه از ماهیان غضروفی در دریای عمان، سال ۱۳۹۶

گونه	تعداد	جنس	طول کل (سانتی‌متر)	
			دامنه طولی (سانتی‌متر)	انحراف معیار ± میانگین
Iago omanensis	۱۲۰	۳۰ نر، ۹۰ ماده	۲۹-۶۸	۸/۹±۴۰/۶
Rhinobatos annandalei	۳۳۶	۱۲۳ نر، ۲۱۳ ماده	۲۳-۸۳	۰/۸۳±۵۴/۵
Torpedo sinuspersici	۱۰۷	۳۲ نر، ۳۰ ماده	۶۱-۱۶	۱/۳۵±۳۴/۹

نتایج مربوط به آنالیز اکتشافی CCA نشان داد که عمق آب از عوامل تاثیرگذار بر پراکنش گونه *I. omanensis* می‌باشد. در طرف دیگر، عوامل محیطی کلروفیل a و کدورت بر پراکنش گونه *R. annandalei* تاثیر بیش‌تری دارد، در حالی که پراکنش گونه *T. sinuspersici* متاثر از فاکتورهای محیطی pH، شوری و اکسیژن محلول می‌باشد (شکل ۳). هم‌چنین مقادیر ویژه به‌دست آمده از آزمون CCA نیز نشان داد که محور ۱ و ۲ به‌ترتیب ۸۴/۲ و ۷۸/۷ درصد هم‌بستگی بین عوامل محیطی با گونه‌ها را نشان می‌دهد. نتایج هم‌بستگی نیز با استفاده از ۹۹۹ مرتبه تکرار با روش Anova Permutation test نشان داد که محور اول و دوم تاثیر معنی‌داری دارند که نشان می‌دهد ارزش ویژه محاسباتی یا همبستگی در این محور به شکل معنی‌دار در توجیه تغییرات سهیم می‌باشد (جدول ۲). هم‌چنین در مورد عوامل محیطی نیز نتایج نشان داد که به استثنای دو عامل محیطی کدورت و عمق، سایر عوامل محیطی نیز تاثیر معنی‌داری دارند که نشان‌دهنده ارزش محاسباتی آن‌ها می‌باشد (جدول ۲).



شکل ۳: نمودار CCA براساس فاکتورهای محیطی و سه گونه ماهی غضروفی در دریای عمان، سال ۱۳۹۶

جدول ۲: نتایج هم‌بستگی با ۹۹۹ بار تکرار برای متغیرهای محیطی و محورها

فاکتورهای محیطی	F-ratio	P-value
درجه حرارت	۴۶/۳	۰/۰۰۰
اکسیژن محلول	۱۱/۱	۰/۰۰۰
شوری	۹/۰	۰/۰۰۰
pH	۷/۵	۰/۰۰۰
کلروفیل a	۷/۴	۰/۰۰۰
هدایت الکتریکی	۹/۴	۰/۰۰۱
کدورت	۰/۱	۰/۸۴۵
عمق	۰/۲	۰/۸۰۵
محور ۱	۶۱/۶	۰/۰۰۰
محور ۲	۳۹/۴	۰/۰۰۰

AIC بهترین مدل دارای مقدار ۹۵/۷ بود که به‌صورت گونه‌ها در مقابل به‌ترتیب درجه حرارت، هدایت الکتریکی، pH، شوری، اکسیژن محلول و کلروفیل a به دست آمد. هم‌چنین در جدول ۳ جزئیات مربوط به بهترین مدل ارائه شده است.

جدول ۳: نتایج بهترین مدل بین گونه‌ها و متغیرهای محیطی

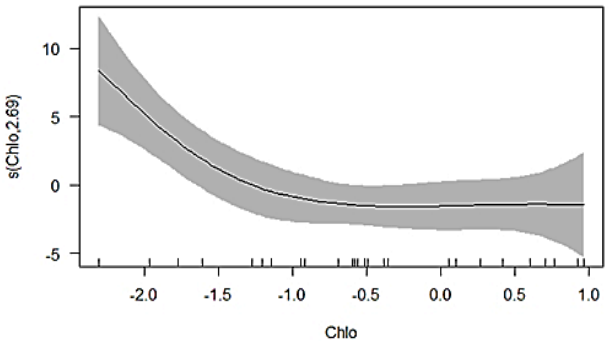
فاکتورهای محیطی	F	P-value
pH	۸/۶۳	۰/۰۰۵
اکسیژن محلول	۸/۵۵	۰/۰۰۵
کلروفیل a	۷/۶۵	۰/۰۰۵
شوری	۵/۵۷	۰/۰۳۰
درجه حرارت	۳/۹۳	۰/۰۲۵
هدایت الکتریکی	۳/۳۲	۰/۰۳۵

نتایج مدل GAM برای هر گونه دارای وضعیت متفاوتی بود که در جدول ۴ ارائه شده است. عامل محیطی کلروفیل a بر روی پراکنش گونه *I. omanensis* تاثیر معنی‌داری نشان داد. این عامل محیطی، مجموعاً ۲۴/۸ درصد واریانس داده‌ها را پوشش می‌دهد. برای گونه *R. annandalei* عوامل محیطی اکسیژن محلول، کلروفیل a، درجه حرارت و هدایت الکتریکی به‌عنوان عوامل تاثیرگذار به‌دست آمد که ۴۷/۱ درصد واریانس داده را پوشش می‌دهد. در دیگر سو، پراکنش گونه *T. sinuspersici* بیش‌تر تحت تاثیر درجه‌حرارت و هدایت الکتریکی بود که این دو فاکتور ۲۰/۱ درصد واریانس داده‌ها را پوشش دادند (جدول ۴). کم‌ترین مقدار AIC و GCV در مدل GAM به‌ترتیب برای گونه *T. sinuspersici* با مقدار ۲۶۴/۴ و ۳/۳ به‌دست آمد که نشان دهنده وضعیت بهتر مدل برای گونه مذکور نسبت به سایر گونه‌های مورد مطالعه می‌باشد (جدول ۴).

جدول ۴: نتایج مدل GAM برای گونه‌های مورد مطالعه در دریای عمان، سال ۱۳۹۶ (Chlo، کلروفیل a؛ O2ppm، اکسیژن محلول؛ T، درجه حرارت؛ Depth، عمق)

گونه	متغیرهای محیطی (سطح معنی‌داری)	درصد پوشش واریانس	معیار آگاهی آکایک	آماره عمومی متناوب اعتبارسنجی
I. omanensis	Chlo (۰/۰۹۹)	۲۴/۸	۴۰۹/۶	**۳۱/۱**
R. annandalei	O2ppm (۰/۰۰۰), Chlo (۰/۰۰۲), T(۰/۰۰۹), Cond (۰/۰۰۹)	۴۷/۱	۴۳۷/۱	**۴۷/۶**
T. sinuspersici	T (۰/۰۷۹), Cond (۰/۰۸۳)	۲۰/۱	۲۶۴/۴	**۳/۳**

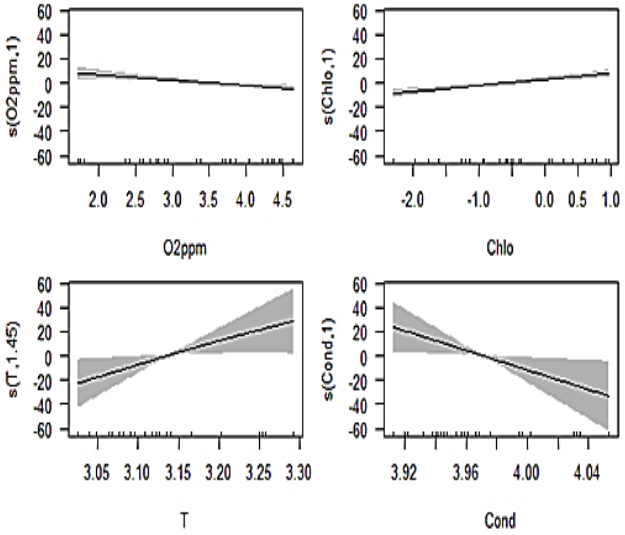
روند تغییرات فاکتورهای محیطی معنی‌دار بر پراکنش گونه *I. omanensis* نشان داد که کلروفیل a در دامنه بین ۰/۲ تا ۰/۶ (میلی گرم بر متر مکعب) بیش‌ترین اثرگذاری در انتخاب زیستگاه این گونه دارند (شکل ۴).



شکل ۴: نمودار GAM برای گونه *I. omanensis* براساس فاکتور محیطی در دریای عمان، سال ۱۳۹۶ (Chlo: کلروفیل a)

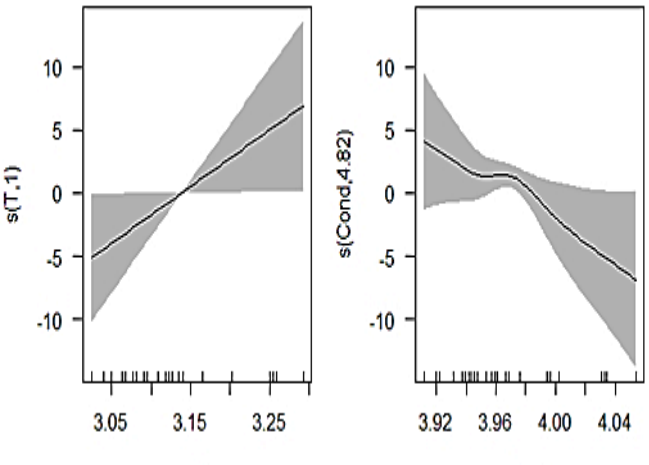
از طرفی روند تغییرات اکسیژن محلول در دامنه بین ۲۰ تا ۵۴/۵ (ppm)، کلروفیل a در دامنه بین ۰/۳ تا ۱ (میلی‌گرم بر متر مکعب)،

درجه حرارت در دامنه ۲۲/۶ تا ۲۴ درجه سلسیوس و هدایت‌الکتریکی در دامنه بین ۵۲/۴ تا ۵۴/۵ بیش‌ترین تاثیر در انتخاب زیستگاه برای گونه*R. annandalei* را نشان داد (شکل ۵).



شکل ۵: نمودار GAM برای گونه *R. annandalei* براساس فاکتورهای محیطی در دریای عمان، سال ۱۳۹۶ (O2ppm: اکسیژن محلول، Chlo: کلروفیل a، T: درجه حرارت، Cond: هدایت الکتریکی)

در دیگر سو، روند تغییرات فاکتورهای محیطی معنی‌دار بر انتخاب زیستگاه در گونه *T. sinuspersici* نشان داد که درجه حرارت در دامنه بین ۲۲/۱ تا ۲۳/۳ درجه سلسیوس و به همراه هدایت الکتریکی در دامنه بین ۵۲/۴ تا ۵۴/۵ بیش‌ترین اثرگذاری در انتخاب زیستگاه در این گونه دارند (شکل ۶).



شکل ۶: نمودار GAM برای گونه *T. sinuspersici* براساس فاکتور محیطی در دریای عمان، سال ۱۳۹۶ (T: درجه حرارت، Cond: هدایت الکتریکی)

بحث

مطالعه‌حاضر اهمیت برخی از عوامل محیطی بر انتخاب زیستگاه و پراکنش سه گونه از ماهیان غضروفی همزیست در دریای عمان را آشکار می‌کند. نتایج نشان داد که انتخاب زیستگاه در گونه‌های *Iago omanensis* و *Rhinobatos annandalei* با میزان کلروفیل a موجود در محیط ارتباط دارد. اگرچه میزان کلروفیل a در ستون‌های بالایی بدنه آبی بیش‌تر است، می‌تواند با این واقعیت توضیح داده شود که احتمالاً غلظت کلروفیل a در آب‌های‌عمیق نیز تحت‌تاثیر قرار می‌گیرد و موجب پویایی اکوسیستم می‌شود (Webb و همکاران، ۲۰۱۰). کلروفیل a نیز از فاکتورهای مهم بر پراکنش، فراوانی و مشاهده مکانی در یک گونه از سپرماهیان در دریای مدیترانه گزارش شده است (Navarro و همکاران، ۲۰۱۶) که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. این درحالی است که در مطالعه Craig و همکاران (۲۰۱۰) انتخاب زیستگاه سپرماهی پوزه‌گاوی(*Rhinoptera bonasus*)در خلیج مکزیک با مقدارکلروفیل a موجود در سطح ارتباط نشان داد که این موضوع می‌تواند نشان‌دهنده حضور گونه مورد مطالعه در مناطق با تولیدات اولیه‌بالا می‌باشد (Navarro و همکاران، ۲۰۱۶؛ Kendall و Haedrich، ۲۰۰۶). از طرفی، اگرچه در مطالعه حاضر میزان کلروفیل a درطول دوره پائیز در منطقه نمونه‌برداری بررسی شد، بررسی فراوانی گونه‌ها ممکن است زمانی که بین پیک‌های کلروفیل a باشند و یا هم‌چنین منابع برای مصرف‌کنندگان موجود باشد، ممکن است نتایج را تحت تأثیر قراردهد (Navarro و همکاران، ۲۰۱۵). اکسیژن محلول از فاکتورهای مهم و اثر گذار در پراکنش گونه *R. annadalei* 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 (Navarro و همکاران، ۲۰۱۶؛ Speers Roesch و همکاران، ۲۰۱۲؛ Bernal و همکاران، ۲۰۱۲؛ Espinoza و همکاران، ۲۰۱۱)وهم‌بر فراوانی (Navarro و همکاران، ۲۰۱۵؛ ۲۰۱۶؛ Heithaus و همکاران، ۲۰۰۹) چندین گونه از کوسه‌ماهیان و سپر ماهیان مشخص شده است که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. به‌هر حال، ذکر این نکته مهم است که به‌عنوان یک عامل برای انتخاب زیستگاه، اکسیژن محلول احتمالاً بیش‌ترین تاثیر را بر روی گونه‌هایی دارد که از زیستگاه‌های با سطح اکسیژن نسبتاً پایین بهره‌برداری می‌کنند (Navarro و همکاران، ۲۰۱۶؛ Schlaff و همکاران، ۲۰۱۴). در مقابل مطالعاتی که تغییر مکان را در پاسخ به تغییرات در غلظت اکسیژن محلول بررسی کرده اند، چندین مطالعه نیز نشان داده‌اند که برخی گونه‌ها یک درجه تحمل در نوسانات سطح اکسیژن محلول را نشان می‌دهند (Speers-Roesch و همکاران، ۲۰۱۲؛ Nilsson و

Renshaw، ۲۰۰۴؛ Routley و همکاران، ۲۰۰۲؛ Wise و همکاران، ۱۹۹۸). گونه‌های مورد مطالعه به‌عنوان گونه‌های ساکن نزدیک بستر، در معرض شرایط خاص مقدار اکسیژن محلول نسبت به سطح قرار دارند و به‌نظر می‌رسد که این موضوع یک سازگاری طبیعی می‌باشد که بهبود پاسخ فیزیولوژیک به شرایط خاص اکسیژن را استنباط می‌کند و به آن‌ها اجازه می‌دهد بهتر از محیط‌زیست‌شان بهره‌برداری کنند (Nilsson و Renshaw، ۲۰۰۴؛ Routley و همکاران، ۲۰۰۲). برای مشابه، توانایی مشاهده‌شده در گونه کوسه‌سرچکشی (Scalloped hammerheadshark) (Jorgensen و همکاران، ۲۰۰۹) و سپرماهی پوزه گاوی (Craig و همکاران، ۲۰۱۰) در نفوذ به محیط‌های کم اکسیژن می‌تواند به این معنی باشد که این گونه‌ها به شکاری دسترسی دارند که شکارچیان دیگر به آن‌ها دسترسی ندارند. بنابراین، سطح اکسیژن محلول ممکن است نقش مهمی را در اکولوژی پراکنش و انتخاب زیستگاه در برخی کوسه‌ماهیان و سپرماهیان بازی کند، که این موضوع می‌تواند از روی نمونه‌های جابجا شده، جهت حفظ سطح اکسیژن محلول مناسب یا به‌عنوان ابزاری برای بهره‌برداری زیستگاه‌ها و یا دسترسی به منابع غیرقابل دسترس برای دیگر شکارچیان که موجب کاهش رقابت می‌شود، استنباط گردد (Schlaff و همکاران، ۲۰۱۴). از آن‌جایی که عمده رژیم غذایی گونه *R. annandalei* را سخت‌پوستان و مخصوصاً میگوهای ریز تشکیل می‌دهد (راستگو و ولی‌نسب، ۱۳۹۶)، می‌توان نتیجه گرفت که زیست در مناطقی که اکسیژن کم‌تر دارند می‌تواند به این گونه این امکان را بدهد تا از منابعی تغذیه کند که دیگر شکارچیان دسترسی کم‌تری به آن دارند. نتایج نشان داد که درجه حرارت و هدایت الکتریکی بر روی پراکنش و انتخاب زیستگاه در گونه‌های *R. annandalei* و *T. sinuspersici* در کنار فاکتورهای محیطی دیگر تاثیرگذار می‌باشد. اثر درجه حرارت به خوبی بر روی فیزیولوژی موجودات خونسرد (Ectotherms) مشخص شده است (Bernal و همکاران، ۲۰۱۲) که گونه‌های مورد مطالعه نیز در این دسته قرار دارند. نرخ متابولیسم و کارکردهای فیزیولوژیک مهم از قبیل هضم، رشد بدن و تولیدمثل با درجه حرارت داخلی بدن آبزی مشخص می‌شود که به‌صورت مستقیم به‌وسیله محیط اطراف گونه کنترل می‌شود. این مورد در مقابل موجودات خونگرم (Endothermic) قرار دارد که توانایی کنترل درجه حرارت داخلی بدن خود را دارند و با استفاده از مکانیسم‌های گردشی ویژه به حفظ نرخ متابولیسم خود کمک می‌کنند تا گرمای بدن خود را حفظ کنند (Donley و همکاران، ۲۰۰۷؛ Dickson و Graham، ۲۰۰۴). با توجه با این موضوع، درجه حرارت محیط نقش مهمی بر پروسه‌های متابولیکی و فیزیولوژیکی مهم برای آبزیان‌خونسرد بازی می‌کند. بنابراین، این مورد شاید عجیب باشد که برخی از سپر ماهیان و حتی کوسه ماهیان به تغییرات درجه حرارت‌محیط حساس می‌باشند(Schlaff و همکاران، ۲۰۱۴). جابجایی برای انتخاب یک زیستگاه دارای شرایط دمایی مناسب (برای مثال تنظیم دمایی- رفتاری) ممکن است برای تامین غذایی (Thums و همکاران، ۲۰۱۲؛ Sims و همکاران، ۲۰۰۶؛ Matern و همکاران، ۲۰۰۰) و استراتژی‌های تولیدمثلی (Speed و همکاران، ۲۰۱۲؛ Jirik و Lowe، ۲۰۱۲؛ Hight و Lowe، ۲۰۰۷؛ Hoisington و Lowe، ۲۰۰۵) بین سپرماهیان و کوسه‌ماهیان دارای اهمیت باشد. تنظیم دمایی ممکن است به گونه مزایای زیستی بدهد که هزینه‌های جابجایی را جبران کند. این مزایا اغلب شامل ذخیره‌سازی انرژی می‌باشد که می‌تواند در رشد یا دیگر کارکردهای بیولوژیک مانند تولیدمثل اختصاص یابد (Schlaff و همکاران، ۲۰۱۴). استفاده از عادات تنظیم دمایی به‌عنوان یک استراتژی تغذیه‌ای در انتخاب زیستگاه و جابجایی به درون آب‌های سرد بعد از تغذیه می تواند به کاهش نرخ تخلیه معدی و افزایش کارایی و جذب ترکیبات غذا در چند گونه از ماهیان غضروفی کمک کند (Di Santo و Bennett، ۲۰۱۱؛ Sims و همکاران، ۲۰۰۶؛ Matern و همکاران، ۲۰۰۰). افزایش در کارایی جذب و ترکیب غذا و افزایش زمان تغذیه‌ای از مثل‌هایی هستند که نشان می‌دهد که چطور کوسه‌ماهیان و سپرماهیان از تغییر مکان وابسته به دما جهت نگه‌داری انرژی و تقویت موفقیت تغذیه‌ای گونه استفاده می‌کنند (Schlaff و همکاران، ۲۰۱۴). از طرفی در مطالعه Rastgoo و همکاران (۲۰۱۸) تعداد پائین معده‌های خالی در گونه *R. annadalei* گزارش شد که دلایل آن نرخ متابولیسم، فرایند هضم و جذب، نوع طعمه و الگوهای زمانی تغذیه‌ای بیان شد. هم‌چنین در مطالعه راستگو و ولی‌نسب (۱۳۹۶) رژیم غذایی این گونه شامل ۹۷ درصد میگوهای ریز بود. بنابراین می‌توان احتمال داد که انتخاب زیستگاه متاثر از درجه حرارت محیط در گونه *R. annandalei* به عواملی مانند استراتژی‌های تغذیه‌ای از قبیل تامین مواد غذایی و شکارگری، کاهش نرخ متابولیسم، ذخیره انرژی، افزایش در کارایی جذب و ترکیب غذا، کاهش نرخ تخلیه معدی مرتبط باشد. در طرف دیگر، هدایت الکتریکی از فاکتورهای مهم می‌باشد که در مورد اثر این فاکتور بر انتخاب زیستگاه ماهیان غضروفی مطالعات اندکی وجود دارد و در منابع کم‌رنگ است و به‌نظر می‌رسد تغییرات این عامل محیطی احتمالاً در کنار سایر عوامل محیطی ممکن است در انتخاب زیستگاه گونه‌ها نقش داشته باشد و نقش آن باید بیش‌تر مورد توجه قرار گیرد. علاوه بر عوامل محیطی، نشان داده شده است که چندین فاکتور زیستی موجب انتخاب زیستگاه و تغییر رفتار در بین کوسه‌ماهیان و سپرماهیان می‌شوند. به‌صورت جزئی‌تر، به‌نظر می‌رسد تراکم صید و در دسترس بودن آن‌ها (Navarro و همکاران، ۲۰۱۶؛ Shepard و همکاران، ۲۰۰۶؛ Torres و همکاران، ۲۰۰۶؛ Heithaus و همکاران، ۲۰۰۲) و پرهیز از شکارچیان (Heithaus

و همکاران، ۲۰۰۹؛ Collins و همکاران، ۲۰۰۷؛ Heupel و Hueter، ۲۰۰۲) بر الگوهای انتخاب زیستگاه در بسیاری از گونه‌ها اثرگذار می‌باشد. بنابراین، بر طبق نتایج مطالعات پیشین در دریای عمان انتظار می‌رود که فراوانی ماهیان استخوانی در محیط و در دسترس بودن آن‌ها برای دو گونه‌های *I. omanensis* و *T. sinuspersici* (راستگو و ولی‌نسب، ۱۳۹۶؛ Rastgoo و همکاران، ۲۰۱۸) و فراوانی سایر موجوات بنتیک از قبیل میگو به‌عنوان عوامل مهم غیرزیستی برای گونه *R. annadalei* (Rastgoo و همکاران، ۲۰۱۸) در انتخاب زیستگاه موثر باشد. برای مشابه، انتخاب زیستگاه چندین گونه از کوسه ماهیان و سپرماهیان پلانکتون‌خوار به تجمعات متراکم پلانکتون‌ها مرتبط دانسته شده است (Jaine و همکاران، ۲۰۱۲؛ Priede و Miller، ۲۰۰۹؛ Shepard و همکاران، ۲۰۰۶؛ Sims و Quayle، ۱۹۹۸). هم‌چنین الگوهای مکانی در فراوانی کوسه درنده خاکستری (Gray smooth hound shark) (Espinoza و همکاران، ۲۰۱۱)، کوسه ببری (Tiger shark) (Heithaus، ۲۰۰۱) و کوسه شش آبششی (Sixgill shark) (Andrews و همکاران، ۲۰۱۰) نشان دادند که هم‌زمان تحت تاثیر درجه حرارت آب و در دسترس بودن گونه‌های شکار می‌باشد که احتمالاً به‌دلیل این‌که این گونه‌ها جابجایی فصلی در منابع طعمه را دنبال می‌کنند. بنابراین، 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 و می‌تواند به‌صورت دقیق‌تر در آینده بررسی گردد. درحالی‌که درک و شناخت پاسخ گونه‌ها به متغیرهای ویژه از منظر اکولوژیک بسیار مفید می‌باشد، تعیین کمیت فاکتورهای چندگانه بر روی یکدیگر تاثیر دارند و ترکیب مکانی در شکل پراکنش ممکن است از منظر مدیریت شیلاتی بسیار مفید باشد. برای مثال شکارچیان دریایی به‌عنوان یک شاخص مناسب برای بررسی کیفیت زیستگاه ارزیابی می‌شوند (Navarro و همکاران، ۲۰۱۶؛ Gomez-Salazar و همکاران، ۲۰۱۲؛ Metcheva و همکاران، ۲۰۰۶؛ Furness و Camphuysen، ۱۹۹۷). به‌هرحال، از شاخص‌های مفید انتظار می‌رود که به متغیرهای محیطی یا اثرات انسانی پاسخ مناسب دهند. در این مطالعه اثرات عوامل محیطی بر فراوانی حضور سه گونه از ماهیان غضروفی همزیست در دریای عمان بررسی شد و نتایج نشان داد که پاسخ مشترک به‌چندین فاکتورهای محیطی، ممکن است بعضی مواقع بیش‌تر از پاسخ خالص به‌عوامل دارای اهمیت باشد (Navarro و همکاران، ۲۰۱۶). به‌هر حال، سختی در تعیین اینکه کدام فاکتور نهایتاً در پشت پرده پراکنش و انتخاب زیستگاه گونه می‌باشد، سودمندی یک گونه را به‌عنوان یک شاخص محدود می‌کند. در طرف دیگر، پراکنش، فراوانی و انتخاب زیستگاه گونه *T. sinuspersici* به‌وسیله اثر بهتر فاکتورهای محیطی توضیح داده شد، که نشان می‌دهد این گونه می‌تواند احتمالاً به‌عنوان یک شاخص برای کیفیت زیستگاه استفاده شوند. پتانسیل اثرات خالص و مشترک عوامل محرک و تاثیرگذار بر الگوهای پراکنش گونه‌ها، می‌تواند در شناسایی گونه منتخب مناسب به‌عنوان شاخص عوامل مختلف در منطقه مورد مطالعه سهیم باشد. بنابراین، نتایج مطالعه حاضر، علم و شناخت را از اکولوژی پراکنش ماهیان غضروفی همزیست در دریای عمان را بهبودبخشید که می‌تواند در پیشبرد تعیین صیدگاه‌های این گونه‌ها، تجزیه و تحلیل مکانی و توده زنده آن‌ها برای سایر محققین و بخش اجرایی صید و صیادی در آینده مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

از ناخدا هادی محمدی‌زاده و کلیه پرسنل کشتی ترالر فرودس ۱ جهت همکاری در تهیه نمونه‌ها و همکاران عزیز در پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان در بندرعباس و مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور در چابهار تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

۱. **راستگو، ع. ر.، ولی نسب، ت. ۱۳۹۶.** روابط غذایی بین سه گونه از ماهیان غضروفی همزیست در دریای عمان: با تاکید بر مجزا بودن منابع غذایی. مجله بوم‌شناسی آبزیان. دوره ۷، شماره ۲، صفحات ۷۶ تا ۸۶.

۲. **Andrews, K.S.; Williams, G.D. and Levin, P.S., 2010.** Seasonal and ontogenetic changes in movement patterns of sixgill sharks. PLoS One. Vol. 5, e12549.

۳. **Barria, C.; Coll, M. and Navarro, J., 2015.** Unravelling the ecological role and trophic relationships of uncommon and threatened elasmobranchs in the western Mediterranean Sea. Mar Ecol Prog Ser. Vol. 539, pp: 225-240.

۴. **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, BocaRaton. pp: 211-237.

۵. **Bornatowski, H.; Wosnick, N.; Do Carmo, W.P.D.; Corrêa, M.F.M. and Abilhoa, V., 2014.** Feeding comparisons of four batoids (Elasmobranchii) in coastal waters of southern Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. pp: 1-9.

۶. **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. Vol. 71, pp: 1159-1178.

۷. **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 (50–57º S) during 2006.

۸. **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. Vol. 19, pp: 301-317.

۹. **Di Santo, V. and Bennett, W.A., 2011.** Is post-feeding thermotaxis advantageous in elasmobranch fishes? Journal of Fish Biology. Vol. 78, pp: 195-207.

۱۰. **Dickson, K.A. and Graham, J.B., 2004.** Evolution and consequences of endothermy in fishes. Physiological and Biochemical Zoology. Vol. 77, No. 6, pp: 998-1018.

۱۱. **Donley, J.M.; Shadwick, R.E.; Sepulveda, C.A. and Syme, D.A., 2007.** Thermal dependence of contractile properties of

spatial distribution of two marine mesopredators living in highly exploited ecosystems. Journal of biogeography. Vol. 43, pp: 440-450.

۳۳. **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. Vol. 207, pp: 3131-3139.

۳۴. **Priede, I.G. and Miller, P.I., 2009.** A basking shark tracked by satellite together with simultaneous remote sensing II: new analysis reveals orientation to a thermal front. Fisheries Research. Vol. 95, pp: 370-372.

۳۵. **Rastgoo, A.R.; Navarro, J. and Valinassab, T., 2018.** Comparative diets of sympatric batoid elasmobranchs in the Gulf of Oman. Aquatic Biology. Vol. 27, pp: 35-41.

۳۶. **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. Vol. 131, pp: 313-321.

۳۷. **Salarpouri, A.; Kamrani, E.; Kaymaram, F. and Mahdavi Najafabadi, R., 2018.** Essential fish habitats of small pelagic fishes in the north of the Persian Gulf and Oman Sea, Iran. Iranian Journal of Fisheries Sciences. Vol. 17, pp: 74-94.

۳۸. **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. Vol. 24, pp: 1089-1103.

۳۹. **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. Vol. 328, pp: 205-213.

۴۰. **Sims, D.W. and Quayle, V.A., 1998.** Selective foraging behaviour of basking sharks on zooplankton in a small-scale front. Nature. Vol. 393, 460 p.

۴۱. **Sims, D.W.; Wearmouth, V.J.; Southall, E.J.; Hill, J.M.; Moore, P.; Rawlinson, K.; Hutchinson, N.; Budd, G.C.; Righton, D.; Metcalfe, J.; Nash, J.P. and Morritt, D., 2006.** Hunt warm, rest cool: bioenergetic strategy underlying diel vertical migration of a benthic shark. Journal of Animal Ecology. Vol. 75, No. 1, pp: 176-190.

۴۲. **Speed, C.W.; Meekan, M.G.; Field, I.C.; McMahon, C.R. and Bradshaw, C.J.A., 2012.** Heat-seeking sharks: support for behavioural thermoregulation in reef sharks. Marine Ecology Progress Series. Vol. 463, pp: 231-244.

۴۳. **Speers-Roesch, B.; Brauner, C.J.; Farrell, A.P.; Hickey, A.J.; Renshaw, G.M.; Wang, Y.S. and Richards, J.G., 2012.** Hypoxia tolerance in elasmobranchs. II. Cardiovascular function and tissue metabolic responses during progressive and relative hypoxia exposures. Journal of Experimental Biology. Vol. 215, pp: 103-114.

۴۴. **Thums, M.; Meekan, M.; Stevens, J.; Wilson, S. and Polovina, J., 2012.** Evidence for behavioural thermoregulation by the world's largest fish. Journal of The Royal Society Interface. Vol. 10, No. 78, rsif20120477.

۴۵. **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. Vol. 569, pp: 449-455.

۴۶. **Webb, P.W.; Cotel, A. and Meadows, L.A., 2010.** Waves and eddies: effects on fish behavior and habitat distribution. Fish locomotion: An eco-ethological perspective. pp: 1-39.

۴۷. **Wise, G.; Mulvey, J.M. and Renshaw, G.M., 1998.** Hypoxia tolerance in the epaulette shark. Journal of Experimental Zoology. Vol. 281, pp: 1-5.

the aerobic locomotor muscle in the leopard shark and shortfin mako shark. Journal of Experimental Biology. Vol. 210, No. 7, pp: 1194-1203.

۱۲. **Dulvy, N.K.; Fowler, S.L.; Musick, J.A.; Cavanagh, R.D.; Kyne, P.M.; Harrison, L.R.; Carlson, J.K.; Davidson, L.N.; Fordham, S.V. and Francis, M.P., 2014.** Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. elife. Vol. 3, e00590.

۱۳. **Edgar, G.J.; Barrett, N.S.; Graddon, D.J. and Last, P.R., 2000.** The conservation significance of estuaries: a classification of Tasmanian estuaries using ecological, physical and demographic attributes as a case study. Biological Conservation. Vol. 92, pp: 383-397.

۱۴. **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. Vol. 401, pp: 63-74.

۱۵. **Furness, R.W. and Camphuysen, K., 1997.** Seabirds as monitors of the marine environment. iceS Journal of marine Science. Vol. 54, pp: 726-737.

۱۶. **Gómez-Salazar, C.; Coll, M. and Whitehead, H., 2012.** River dolphins as indicators of ecosystem degradation in large tropical rivers. Ecological Indicators. Vol. 23, pp:19-26.

۱۷. **Heithaus, M.R., 2001.** The biology of tiger sharks, *Galeocerdo cuvier*, in Shark Bay, Western Australia: sex ratio, size distribution, diet, and seasonal changes in catch rates. Environmental Biology of Fishes. Vol. 61, pp: 25-36.

۱۸. **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. Vol. 140, pp: 237-248.

۱۹. **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 & Oceanography. Vol. 54, pp: 472-482.

۲۰. **Heupel, M. and Hueter, R., 2002.** Importance of prey density in relation to the movement patterns of juvenile blacktip sharks within a coastal nursery area. Marine and Freshwater Research. Vol. 53, pp: 543-550.

۲۱. **Hight, B.V. and Lowe, C.G., 2007.** Elevated body temperatures of adult female leopard sharks, while aggregating in shallow nearshore embayments: evidence for behavioral thermoregulation? Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. Vol. 352, pp: 114-128.

۲۲. **Hoisington, G. and Lowe, C.G., 2005.** Abundance and distribution of the round stingray, *Urobatis halleri*, near a heated effluent outfall. Marine Environmental Research. Vol. 60, pp: 437-453.

۲۳. **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. Vol. 7, e46170.

۲۴. **Jirik, K. and Lowe, C., 2012.** An elasmobranch maternity ward: female round stingrays Urobatis halleri use warm, restored estuarine habitat during gestation. Journal of Fish Biology. Vol. 80, No. 5, pp: 1227-1245.

۲۵. **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. Vol. 74, pp: 1682-1687.

۲۶. **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. Vol. 53, pp: 506-515.

۲۷. **Knip, D.M.; Heupel, M.R. and Simpfendorfer, C.A., 2010.** Sharks in nearshore environments: models, importance, and consequences. Marine Ecology Progress Series. Vol. 402, pp: 1-11.

۲۸. **Lotze, H.K.; Lenihan, H.S.; Bourque, B.J.; Bradbury, R.H.; Cooke, R.G.; Kay, M.C.; Kidwell, S.M.; Kirby, M.X.; Peterson, C.H. and Jackson, J.B., 2006.** Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. Science. Vol. 312, pp: 1806-1809.

۲۹. **Matern, S.A.; Cech, J.J. and Hopkins, T.E., 2000.** Diel movements of bat rays, *Myliobatis californica*, in Tomales Bay, California: evidence for behavioural thermoregulation. Environmental Biology of Fishes. Vol. 58, pp: 173-182.

۳۰. **Metcheva, R.; Yurukova, L.; Teodorova, S. and Nikolova, E., 2006.** The penguin feathers as bioindicator of Antarctica environmental state. Science of the Total Environment. Vol. 362, pp: 259-265.

۳۱. **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. Vol. 131, pp: 126-137.

۳۲. **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