

تنوع زیستی و پراکنش نماتودهای آزاد زی ساحل بندرعباس در ارتباط با شرایط محیطی

چکیده

در این مقاله تنوع زیستی و پراکنش نماتودهای آزاد زی در یک‌سوم بالایی منطقه جزر و مدی شهرستان بندرعباس در ارتباط با شرایط بستر در سه ایستگاه مختلف (سورو، گور سوزان و خور یک‌شبه) در خرداد ۱۳۹۷ بررسی گردید. نمونه‌برداری در هر ایستگاه در زمان جزر با کور دستی به قطر و ارتفاع ۵ سانتی‌متر (با مساحت $19/625$ سانتی‌متر مربع) و در ۵ تکرار بافاصله ۳ متر از یکدیگر انجام شد. تعداد کل نماتودها و شاخص‌های زیستی همچنین درصد دانه‌بندی رسوبات، میزان مواد آلی و پی‌اچ رسوبات نیز در هر ایستگاه سنجیده شد. بیشترین درصد ماسه و کمترین درصد رس و پی‌اچ در ایستگاه گور سوزان دیده شد. در مجموع ۸ جنس (*Bathylaimus*, *Daptonema*, *Metalinhomoeus*, *Prochromadorella*, *Promonhystera*, *Sabatieria*, *Spilophorella*, *Viscosia*) در منطقه مورد بررسی به دست آمد. بیشترین تعداد جنس در دو ایستگاه خور یک‌شبه (پنج جنس) و گور سوزان به دست آمد و کمترین در سورو (دو جنس) دیده شد. بیشترین تراکم در خور یک‌شبه ($3482/928 \pm 40/38$) و به دنبال آن در گور سوزان ($636/157 \pm 04/37$) و سورو ($27/3 \pm 65/20$) دیده شد. بیشترین و کمترین شاخص شانون به ترتیب در ایستگاه‌های گور سوزان ($0/0 \pm 64/06$) و سورو ($0/0 \pm 04/02$) دیده شد و در نهایت کمترین یکنواختی گونه‌ای در ایستگاه سورو ($0/0 \pm 02/01$) به دست آمد. بر پایه آنالیز دیست ال ام دو فاکتور رس ($p = 0/033$) و پی‌اچ ($p = 0/015$) تأثیر معنی‌داری روی پراکنش جامعه نماتودی در ساحل بندرعباس داشتند.

واژگان کلیدی: نماتودهای آزاد زی، پراکنش، شرایط بستر، بندرعباس، منطقه جزر و مدی، خلیج فارس.

مهرشاد طاهری^{*۱}

حسین باقری^۲

مریم یزدانی فشتمی^۳

کاظم درویش بسطامی^۴

رضا رهنما^۵

۴،۲،۱ و ۵. پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم

جوی، تهران، ایران.

۳. گروه زیست‌شناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران،

ایران.

*مسئول مکاتبات:

mehrshadtaheri@yahoo.com

کد مقاله: ۱۴۰۱۰۴۰۹۸۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۲۹

این مقاله پژوهشی و برگرفته از طرح پژوهشی است.

مقدمه

بررسی زیستگاه‌های دریایی و آگاهی از ویژگی‌های زیستی و غیر زیستی آن امکان شناخت بهتر و جامع‌تر ساختار اکولوژیک پهنه‌های آبی را فراهم می‌نماید و می‌تواند پایه‌ای برای شناخت بیشتر دریا و ظرفیت‌های عظیم آن باشد. شناخت هر چه بیشتر اکوسیستم‌های دریایی می‌تواند توان حفاظت بهتر و بهره‌برداری پایدار از این منابع ارزشمند طبیعی را افزایش داده و ارائه نتایج- آن منجر به افزایش فرهنگ عمومی در کشور برای استفاده بهینه از دریاها گردد.

خلیج فارس دریایی حاشیه‌ای منطقه گرمسیری نیمکره شمالی کره زمین در آسیای غربی و منطقه خاورمیانه هست و پس از خلیج مکزیک و خلیج هادسون سومین خلیج بزرگ جهان بشمار می‌آید. این خلیج در شرق از طریق تنگه هرمز و دریای عمان به اقیانوس هند راه دارد و در غرب به دلتای رودخانه اروند ختم می‌شود. شهر بندرعباس مرکز استان هرمزگان بوده این استان با داشتن مناطق آزاد تجاری یکی از قطب‌های اقتصادی در جنوب کشور و در منطقه تنگه هرمز به حساب می‌آید. تنوع اکوسیستمی زیاد از قبیل سواحل صخره‌ای، ماسه‌ای و گلی و وجود جنگل‌های حرا داشتن دیگر عوارض طبیعی به علاوه منطقه آزاد تجاری هرساله تعداد زیادی گردشگر اعم از داخلی و خارجی را جذب این استان می‌کند که می‌تواند زمینه اشتغال و درآمدزایی را برای ساکنان محلی فراهم آورد (اذانی و لطفی، ۱۳۹۱).

نماتودهای آزاد زی بزرگ‌ترین گروه مایوفونا چه از نظر تعداد گونه و چه تنوع زیستی و تراکم در رسوبات هستند (Giere, 2009; Heip et al., 1985) و نقش مهمی در زنجیره غذایی دریاها بر عهده دارند به طوری که بسیاری از کف زی خواران مانند خرچنگ‌ها، میگوها و دیگر موجودات نیز چه به طور مستقیم و چه به طور غیرمستقیم از آن‌ها تغذیه می‌کنند (Moens et al., 2013; Schratzberger and Warwick 1999). حساسیت آن‌ها به تغییرات شرایط محیطی، باعث شده تا این آبزیان به عنوان نشانگرهای زیستی در محیط‌های مختلف آبی نیز مورد استفاده قرار گیرند (Nasrii et al., 2022). برخلاف اهمیت آن‌ها در اکوسیستم دریا، ولی متأسفانه تاکنون همه آن‌ها مورد شناسایی قرار نگرفته‌اند (Giere, 2009). در یک دید کلی تا ۱۰۰۰۰۰۰ گونه نماتود تخمین زده شده (Mokievsky and Azovsky 2002; Lamshead and Boucher, 2003). بالین حال تاکنون ۱۵ درصد آن‌ها شناسایی شده‌اند (Appeltans et al., 2012). بهترین زیستگاه برای زندگی نماتودها، رسوبات دریایی است (Heip et al., 1985; Moens et al., 2013) اما در همه زیستگاه‌ها مانند سواحل صخره‌ای و درروی جلبک‌های دریایی هم برخی گونه‌ها دیده شده‌اند (Heip et al., 1985; Ng et al., 2022). تراکم آن‌ها در رسوبات تا ۱۰۰ هزار عدد در مترمربع نیز گزارش شده است که زی توده‌ای برابر یا بیشتر از ماکروفونا موجود در همین سطح را دارا می‌باشند (Warwick et al., 1998) که اهمیت آن‌ها را در زنجیره غذایی دوچندان می‌کند.

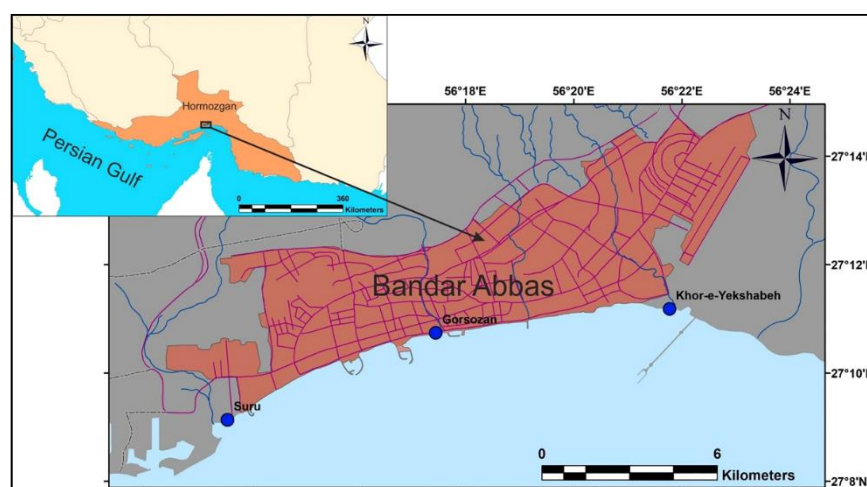
منطقه بالای جزر و مدی اولین نقطه برخورد دریا با خشکی و طبیعتاً تأثیرات انسانی است. هدف اصلی این مطالعه بررسی تغییرات احتمالی در پراکنش جامعه نماتودهای ساحلی بندرعباس (تراکم، شاخص‌های تنوع، نوع تغذیه و جامعه) در ارتباط با تغییرات شرایط محیطی است که در این منطقه به نوبه خود متأثر از انواع دخالت‌های انسانی هست.

مواد و روش‌ها

رسوبات ساحلی در سه ایستگاه در یک سوم بالایی منطقه جزر و مدی و به فاصله ۲۵ متر از خط ساحلی به ترتیب از شرق به غرب به نام های خور یک‌شبه، گور سوزان و سورو در ۲۰ خرداد ۱۳۹۷ نمونه برداری گردیدند (شکل ۱). در هر ایستگاه در زمان جزر با کور دستی (لوله پولیکا) به قطر و ارتفاع ۵ سانتی متر (با مساحت ۱۹/۶۲۵ سانتی متر مربع) و در ۵ تکرار با فاصله ۳ متر از یکدیگر نمونه برداری انجام شد و رسوبات هر تکرار در ظروف جداگانه ریخته شده و با فرمالین ۴ درصد تثبیت شد. همچنین با همین روش برای بررسی شرایط محیطی رسوبات از هر ایستگاه نمونه رسوب برداشته شد و به مرکز اقیانوس شناسی بندرعباس منتقل گردید.

در آزمایشگاه رسوبات گرفته شده برای بررسی نماتودهای روی الک‌های با قطر چشمه ۱۰۰۰ و ۳۸ میکرون شسته شده و جانوران باقی مانده از روی الک ۳۸ میکرون برداشته شدند. نماتودها و دیگر جانداران با روش دکانتاسیون از رسوبات جدا شده و سپس با رز بنگال رنگ آمیزی گردیدند. از هر تکرار، دست کم تعداد ۱۲۰ عدد نماتود برای شناسایی به صورت تصادفی برداشته شده (Song et al., 2015; Taheri et al., 2014; Platt and Warwick, 1983; Warwick et al., 1998) و نماتودها بر پایه کلیدهای شناسایی (Semprucci et al., 2022) و دستورالعمل (NeMys) شناسایی گردیدند. پس از شناسایی بر پایه نوع حفره دهانی و دندان‌ها که در زیر میکروسکوپ دیده شده، نوع تغذیه نماتودها که عبارت‌اند از 1A: دپوزیت خورنده انتخابی، 2A: دپوزیت خورنده غیرانتخابی، 1B: اپیستر خور و 2B: شکارچی، معین گردید (Wieser, 1953). همچنین در هر ایستگاه پی اچ رسوب با دستگاه پرتابل Tess 1380 اندازه گیری گردید. درصد مواد آلی به روش سوزاندن در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد و درصد دانه بندی رسوبات با دستگاه پارتیکل سائز آنالایزر اندازه گیری گردید. آنالیز تجزیه مؤلفه‌های اصلی بر اساس شرایط محیطی ایستگاه‌ها انجام شد. ابتدا تعداد گونه، شاخص شانون و شاخص یکنواختی محاسبه گردید. سپس تفاوت‌های میان شرایط محیطی اندازه گیری شده در ایستگاه‌ها و همچنین تراکم نماتودها و شاخص‌های زیستی در هر سه ایستگاه بررسی گردید.

اختلاف معنی‌دار کلی برای هر متغیرهای محیطی شامل پی‌اچ، دانه‌بندی رسوبات و میزان مواد آلی و متغیرهای زیستی مانند تغییرات تراکم و تنوع گونه‌ای با استفاده از آنالیز پرمانونوی دو عامله بر پایه فاصله اقلیدوسی بررسی می‌گردد. در صورت وجود اختلاف معنی‌دار کلی، اختلافات جزئی با استفاده از آنالیز مونته کارلو سنجیده می‌گردد. تغییرات کلی و جزئی در ساختار جامعه نیز با استفاده از آنالیز پرمانونوی دو عامله این بار بر پایه فاصله برای-کورتیس و به دنبال آن از آنالیز مونته کارلو بررسی گردید و اختلافات احتمالی ساختار جامعه با پلالت ام دی اس نمایش داده می‌گردد (Anderson et al., 2008). در نهایت ساختار جامعه و رابطه جامعه نماتودی با شرایط محیطی با آنالیز دیست آلام بررسی گردید و نمودار ام دی اس رسم گردید. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار PRIMER v6 with PERMANOVA+ add-on انجام گردید (Anderson et al., 2008).



شکل ۱: نمایی از خط ساحلی بندرعباس و ایستگاه‌های نمونه‌برداری (سال بررسی ۱۳۹۷).

نتایج

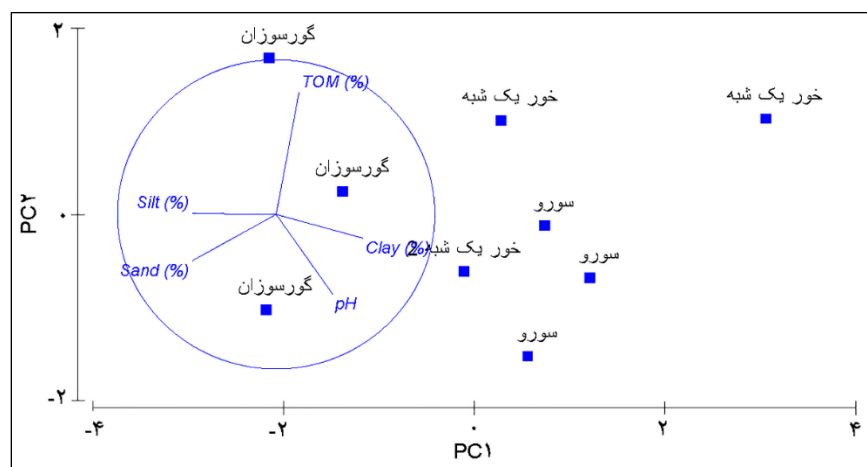
بیشترین درصد ماسه در ایستگاه گور سوزان به دست آمد درحالی‌که دو ایستگاه دیگر اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. درصد سیلت بین ایستگاه‌ها تفاوتی را نشان نداد اما کمترین مقدار رس در گور سوزان دیده شد و بین دو ایستگاه دیگر اختلافی معنی‌داری نبود. درصد مواد آلی نیز در بین سه ایستگاه اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. کمترین مقدار پی‌اچ در گور سوزان دیده شد و بین دو ایستگاه دیگر اختلافی معنی‌داری نبود (جدول ۱). آنالیز تجزیه مؤلفه‌های اصلی ایستگاه‌ها را بر پایه شرایط محیطی طبقه‌بندی کرده است. طبق شکل ۲ ایستگاه گور سوزان از نظر خصوصیات بستر با دو ایستگاه دیگر متفاوت بوده است.

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار شرایط محیطی ایستگاه‌های نمونه‌برداری منطقه جزر و مدی ساحل بندرعباس (سال بررسی ۱۳۹۷).

$A > B > C, P < 0.05$

سورو	گور سوزان	خور یک‌شبه
درصد ماسه	$52/8 \pm 40/78^A$	$13/20 \pm 33/10^B$
درصد سیلت	$28/5 \pm 33/62^A$	$17/13 \pm 57/94^A$
درصد رس	$19/9 \pm 27/55^B$	$72/26 \pm 10/05^A$
درصد مواد آلی کل	$3/1 \pm 75/53^A$	$4/0 \pm 25/32^A$
پی‌اچ	$6/0 \pm 57/05^B$	$7/0 \pm 22/60^A$

حروف انگلیسی بزرگ تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد.



شکل ۲: نمودار آنالیز PCA و جداسازی ایستگاه‌های در منطقه جزر و مدی ساحل بندرعباس بر اساس شرایط محیطی (سال بررسی ۱۳۹۷).

در مجموع ۸ جنس (*Bathylaimus*, *Daptonema*, *Metalinhomoeus*, *Prochromadorella*, *Promonhystera*, *Sabatieria*, *Spilophorella*, *Viscosia*) در منطقه مورد بررسی به دست آمد. بیشترین تعداد جنس در دو ایستگاه خور یک‌شبه (پنج جنس) و گور سوزان به دست آمد و کمترین در سورو (دو جنس) دیده شد. درصد غالبیت جنس‌ها بر اساس آنالیز سیمپل بیان گردیده است. سه نوع شیوه تغذیه هم در بین جنس‌های به دست آمده مشخص گردید (جدول ۲).

جدول ۲: جنس‌های به دست آمده و درصد آن‌ها در تراکم کل.

خور یک‌شبه		گور سوزان		سورو	
درصد	نوع تغذیه	درصد	نوع تغذیه	درصد	نوع تغذیه
—	—	—	—	۴۵/۷۹	۱B
۳۲/۹۵	۱B	۱۱/۰۴	۱B	—	—
۴۸/۷۲	۲B	۴/۹۶	۲B	—	—
<i>Bathylaimus</i>					
<i>Daptonema</i>					
<i>Metalinhomoeus</i>					

خور یک‌شبهه		گور سوزان		سورو	
درصد	نوع تغذیه	درصد	نوع تغذیه	درصد	نوع تغذیه
—	—	۱۲/۲۲	۲A	—	—
—	—	۴۳/۴۲	۱B	—	—
۵/۷۷	۱B	—	—	—	—
۱۲/۵۶	۲A	—	—	۵۴/۲۱	۲A
—	—	۲۸/۳۶	۲B	—	—

1A: دپوزیت خورنده انتخابی، 2A: دپوزیت خورنده غیرانتخابی، 1B: اپیستر خور و 2B: شکارچی

بیشترین تراکم در خور یک‌شبهه ($3482/928 \pm 40/38$) و به دنبال آن در گور سوزان ($636/157 \pm 04/37$) و سورو ($27/3 \pm 65/20$) دیده شد. بیشترین کمترین شاخص شانون به ترتیب در ایستگاه‌های گور سوزان ($0/0 \pm 64/06$) و سورو ($0/0 \pm 04/02$) دیده شد و در نهایت کمترین یکنواختی گونه‌ای در ایستگاه سورو ($0/0 \pm 02/01$) به دست آمد. (جدول ۳).

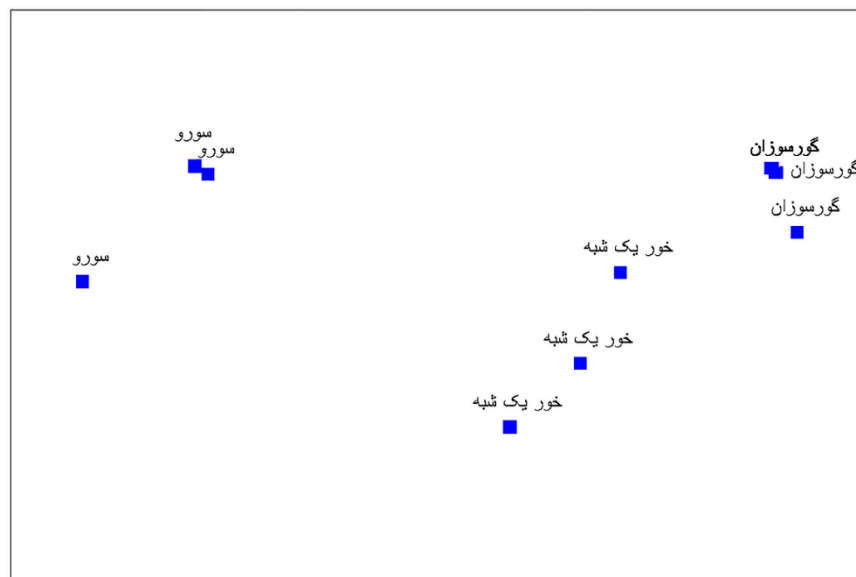
جدول ۳: میانگین و انحراف معیار تراکم و شاخص‌های زیستی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در منطقه جزرومدی ساحل بندرعباس (سال بررسی ۱۳۹۷).

$>B>C, P < 0/05$

خور یک‌شبهه		گور سوزان		سورو	
تراکم نماتودها در کور		$3482/928 \pm 40/38^A$		$636/157 \pm 04/37^B$	
تعداد جنس‌ها		$4/1 \pm 0/00^A$		$2/0 \pm 0/00^B$	
شاخص شانون		$0/0 \pm 26/06^B$		$0/0 \pm 04/02^C$	
شاخص یکنواختی		$0/0 \pm 37/08^A$		$0/0 \pm 02/01^B$	

حروف انگلیسی بزرگ تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد.

آنالیز ساختار جامعه نیز تفاوت معنی‌داری را در بین سه ایستگاه نشان داد (شکل ۳). بر پایه آنالیز دیست ال ام دو فاکتور رس ($P = 0/033$) و پی اچ ($P = 0/015$) تأثیر معنی‌داری روی پراکنش جامعه نماتودی در ساحل بندرعباس داشتند.



شکل ۳: پلات ام دی اس و جداسازی ایستگاه‌های مورد بررسی در منطقه جزرومدی ساحل بندر عباس بر اساس تراکم و نوع گونه‌ها (سال ۱۳۹۷).

بحث و نتیجه‌گیری

مناطق جزر و مدی زیستگاهی پرتلاطم و جای برخورد هوا، خشکی و آبی هستند و به دلیلی اثرات متقابل این سه، از ویژگی‌های اکوسیستمی خاصی برخوردارند (Brown and McLachlan, 1990). این مناطق در نگاه اول منطقه‌ای یکدست و یکسان دیده می‌شوند اما تفاوت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی رسوبات و آب درون رسوبات، میکرو زیستگاه‌های را از منطقه بالا تا پایین جزر و مدی به وجود آورده که به نوبه خود فون جانوری مختلفی را در خود جا داده است (McLachlan and Brown, 2006; Rodil et al., 2006). در یک دید کلی یک سوم بالایی منطقه جزر و مدی کمترین تنوع گونه‌ای را دارد و جانوران ساکن در این بخش از ساحل نسبت به تغییرات محیطی مقاوم‌تر هستند (McLachlan and Brown 2006; Gheskiere et al., 2005). این مناطق از یک طرف کمترین میزان آب پوششی روی سطح رسوبات را در طی شبانه‌روز دارند که به نوبه خود شرایط زیستی برای آبزیان را سخت می‌کند و از طرف دیگر بیشترین اثرات انسانی روی این بخش از ساحل هست. متأسفانه با توجه به رشد روزافزون شهرهای ساحلی در بسیاری از نقاط جهان این منطقه مستعد بیشترین اثرپذیری از فعالیت‌های آلوده‌کننده انسانی هست (Song et al., 2023; Neumann et al., 2015; Rabalais et al., 2009). آلودگی‌های مختلفی در مناطق مختلف ساحلی بندرعباس گزارش شده است که همگی بر پراکنش جانوران مؤثر هستند (Yazdani Foshtomi; Sahraeian et al., 2020; Taheri et al., 2018; et al., 2019).

درمجموع ۸ جنس (*Bathylaimus*, *Daptonema*, *Metalinhomoeus*, *Prochromadorella*, *Promonhystera*, *Sabatieria*, *Spilophorella*, *Viscosia*) در منطقه مورد بررسی به دست آمد. بیشترین تعداد جنس در دو ایستگاه خور یک شبه (پنج جنس) و گورسوزان به دست آمد و کمترین در سورو (دو جنس) دیده شد. همچنان که ذکر شد تنوع جامعه نماتودی عموماً در مناطق جزر و مدی پایین است. در بررسی که روی اثر آلودگی‌های شهری و کارخانه‌ها روی نماتودهای منطقه میانی و پایینی پهنه جزر و مدی ساحل بندرعباس انجام شد نیز در کل

جنس‌های کمی گزارش شد (Sahraeian et al., 2020) هرچند که از نظر مکان ایستگاه‌های مورد بررسی با تحقیق حاضر متفاوت بود. در تحقیق دیگری که در مناطق وسیعی از پهنه جزر و مدی سواحل غربی هند انجام شد در مجموع ۲۰ جنس به دست آمد (Bhadury et al., 2015). در بررسی دیگری در سواحل جنوبی هلند نیز در مجموع ۱۱ جنس شناسایی گردید (Taheri et al., 2017). جدول ۲ نشان می‌دهد که هر ایستگاه فون منحصر به فرد خود را داشته به طوری که جنس‌های *Daptonema* و *Metalinhomoeus* در ایستگاه خور یک‌شبه و *Promonhystra* و *Viscosia* در ایستگاه گور سوزان و در نهایت دو جنس *Bathylaimus* و *Spilophorella* در ایستگاه سورو غالب بودند. به دنبال کمی تعداد جنس‌های به دست آمده، بیشترین و کمترین شاخص شانون به ترتیب در ایستگاه‌های گور سوزان و سورو دیده شد و در نهایت کمترین یکنواختی گونه‌ای در ایستگاه سورو به دست آمد (جدول ۳). با این حال شاخص تنوع شانون بسیار کمتر از تحقیق (Sahraeian et al., 2020) در بندرعباس و در ساحل استان کالیفرنیا (Gingold et al., 2010) به دست آمد.

بیشترین تراکم در خور یک‌شبه و به دنبال آن در گور سوزان و سورو دیده شد (جدول ۳). دلیل اصلی آن می‌تواند دورتر بودن این ایستگاه از فعالیت‌های انسانی باشد. این ایستگاه در منطقه شرقی شهر واقع شده و کمتر مورد استفاده گردشگران واقع می‌شود و ساحلی بکر و دست‌نخورده دارد. همچنین فاضلاب‌های شهری مانند منطقه گور سوزان به این منطقه وارد نمی‌شود. در کل دو ایستگاه سورو و گور سوزان از آلوده‌ترین نقاط سواحل بندرعباس هستند (قاسمی و زارعی، ۱۴۰۰؛ نوحه‌گر و همکاران، ۱۴۰۰) و همچنان که دیده شد اثرات آن با کاهش تراکم جانوری در منطقه ساحلی دیده می‌شود.

در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت که تفاوت اساسی در بین مناطق ساحلی بندرعباس از دید تراکم و تنوع نماتودهای آزاد زی وجود دارد و این تفاوت می‌تواند بر تغییرات پی‌اچ و دانه‌بندی رسوبات باشد (نتایج آزمون دیست ال ام) هرچند عوامل دیگری هر حتماً بر پراکنش این گروه جانوری مؤثرند. با توجه به نقش مهم این گروه جانوری در اکوسیستم‌های دریایی و کم بوده اطلاعات منتشر شده روی آن‌ها در آب‌های کشور نیاز به مطالعات بیشتری در این زمینه احساس می‌گردد.

سپاسگزاری

از اعضای هیئت علمی و کارکنان ایستگاه پژوهشی اقیانوس‌شناسی بندرعباس کمال تشکر و قدردانی به عمل می‌آید. همچنین از داوران محترم مقاله که با نظرات مفیدشان نویسندگان را راهنمایی کرده‌اند سپاسگزاری می‌شود.

منابع

- اذانی، م. و لطفی، ع. ا.، ۱۳۹۱. بررسی نقش اکو توریسم در توسعه پایدار گردشگری مطالعه موردی: جزیره قشم. اولین همایش ملی گردشگری و طبیعت گردی ایران زمین. ۱۵ ص.
- قاسم، ص. و زارعی، غ.، ۱۴۰۰. ارزیابی ریسک اکولوژیکی فلزات سنگین در رسوبات ساحلی شهر بندرعباس. مطالعات علوم محیط‌زیست، ۶ (۳): صفحات ۳۸۸۹-۳۸۸۸.
- نوحه گر، ا.، حبیبی، س. و بهروزی، م.، ۱۴۰۰. سنجش و ارزیابی خطر آلودگی آب و رسوبات ساحلی در مصب خورهای شهر بندرعباس. اکو هیدرولوژی، ۸ (۴): صفحات ۴۱۹-۴۱۱.

Anderson, M. J., Gorley, R. N. and Clarke, K. R., 2008. PERMANOVA for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods, PRIMER-E Ltd, Plymouth.

- Appeltans, W., Ah Yong, S.T., Anderson, G., Angel, M.V., Artois, T., Bailly, N., Bamber, R., Barber, A., Bartsch, I., Berta, A. and Błażewicz-Paszkowycz, M., 2012.** The magnitude of global marine species diversity. *Current biology*, 22(23), pp.2189-2202.
- Bhadury, P., Mondal, N., Ansari, K., Philip, P., Pitale, R., Prasade, A., Nagale, P. and Apte, D., 2015.** Checklist of free-living marine nematodes from intertidal sites along the central west coast of India. *Check List*, 11(2): 1-7.
- Brown, A. C. and Mclachlan, A., 1990.** Ecology of sandy shores. Elsevier, Amsterdam.
- Gheskiere, T., Vincx, M., Urban-Malinga, B., Rossano, C., Scapini, F and Degraer, S., 2005.** Nematodes from wave-dominated sandy beaches: diversity, zonation patterns and testing of the isocommunities concept. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 62(1): 365-375.
- Giere, O., 2009.** Meiobenthology: the Microscopic Motile Fauna of Aquatic Sediments. 2nd edition. Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg.
- Gingold, R., Mundo-Ocampo, M., Holovachov, O. and Rocha-Olivares, A., 2010.** The role of habitat heterogeneity in structuring the community of intertidal free-living marine nematodes. *Marine Biology*. 157(8): 1741-1753.
- Heip, C., Vincx, M. and Vranken, G., 1985.** The ecology of marine nematodes. *Oceanography and marine biology annual review*. 23: 399-489.
- Lambhead, P. J. D and Boucher, G., 2003.** Marine nematode deep-sea biodiversity—hyper diverse or hype? *Journal of Biogeography*. 30: 475-485
- McLachlan, A. and Brown, A. C., 2006.** The ecology of sandy shores. Academic Press, Elsevier.
- Moens, T., Braeckman, U., Derycke, S., Fonseca, G., Gallucci, F., Gingold, R., Guilini, K., Ingels, J., Leduc, D., Vanaverbeke, J., Van Colen, C., Vanreusel, A. and Vincx, M., 2013.** Ecology of free-living marine nematodes. In: Schmidt-Rhaesa, A. (Ed.), *Handbook of Zoology. Vol. 2. Nematoda*. De Gruyter, Berlin, Boston, pp. 109-152.
- Mokievsky, V. O. and Azovsky, A., 2002.** Reevaluation of species diversity patterns of free-living marine nematodes. *Marine Ecology Progress Series*, 238:101-108.
- Nasri, A., Hannachi, A., Allouche, M., Aydi, A., Aïssa, P., Beyrem, H. and Mahmoudi, E., 2022. Marine Free-Living Nematodes as Tools for Environmental Pollution Assessment: A Special Focus on Emerging Contaminants Impact in the Tunisian Lagoon Ecosystems. *The Toxicity of Environmental Pollutants*. DOI: 10.5772/intechopen.104721.
- Neumann, B., Vafeidis, A. T., Zimmermann, J. and Nicholls, R. J., 2015.** Future Coastal Population Growth and Exposure to Sea-Level Rise and Coastal Flooding - A Global Assessment. *PLoS ONE*. 10 (3), e0118571.
- Ng, W. L., Chen, C. A., Mustafa, S., Soo, C. L., Liao, Y. C. and Shih, T. W., 2022.** Free-living marine nematodes community structure in the conservation area (Chaojing Park) and its adjacent area of Keelung, Taiwan. *PLoS ONE*, 17(5): e0268691.
- Platt, H. M. and Warwick, R. M., 1988.** Free-living Marine Nematodes (Part II British Chromadorids) Synopses of the British Fauna (New series) No. 38. Brill, Leiden.
- Rabalais, N. N., Turner, R. E., Diaz, R. J. and Justic, D., 2009.** Global change and eutrophication of coastal waters. *ICES Journal of Marine Science*. 66: 1528-1537.
- Rodil, I. F., Lastra, M. and Sanchez-Mata, A. G., 2006.** Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna in intermediate sandy beaches in temperate latitudes: north coast of Spain. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 67, 267-279
- Sahraeian, N., Sahafi, H. H., Mosallanejad, H., Ingels, J and Semprucci, F., 2020.** Temporal and spatial variability of free-living nematodes in a beach system characterized by domestic and industrial impacts (Bandar Abbas, Persian Gulf, Iran). *Ecological Indicators*. 118, 106697.
- Schratzberger, M. and Warwick, R. M., 1999.** Impact of predation and sediment disturbance by *Carcinus maenas* (L.) on free-living nematode community structure. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 235(2): 255-271.
- Semprucci, F., Grassi, E. and Balsamo, M., 2022.** Simple Is the Best: An Alternative Method for the Analysis of Free-Living Nematode Assemblage Structure. *Water*. 14: 1114

- Song, H., Mu, F., Sun, Y. and Hua, E., 2022.** Variations of Free-Living Marine Nematode's Taxonomic Structure and Functional Traits in Contrasting Sandy Beach Habitats. *Water*. 143788.
- Song, H., Mu, F., Sun, Y. and Hua, E., 2023. Did Species and Functional Diversities of Sandy Intertidal Marine Nematodes Reveal Similar Response to Environmental Changes? *Journal of Ocean University of China*. 22: 527–540.
- Taheri, M., Braeckman, U., Vincx, M. and Vanaverbeke, J., 2014.** Effect of short-term hypoxia on marine nematode community structure and vertical distribution pattern in three different sediment types of the North Sea. *Marine Environmental Research*. 99: 149–159.
- Taheri, M., Grego, M., Riedel, B., Vincx, M. and Vanaverbeke, J., 2015.** Patterns in nematode community during and after experimentally induced anoxia in the northern Adriatic Sea. *Marine Environmental Research*. 110: 110–123.
- Taheri, M., Giunio, M., De Troch, M., Vincx, M. and Vanaverbeke, J., 2017.** Effect of short-term hypoxia on the feeding activity of abundant nematode genera from an intertidal mudflat. *Nematology*. 19: 1–13.
- Taheri, M., Hamzeh, M. A., Hamzei, S., Khosravi, M. and Yazdani Foshtomi, M., 2018.** Plastic pollution in Bandar Abbas coastline, Iran. *NANO News, NF-POGO Alumni E-New Newsletter* Volume 15, October 2018.
- Warwick, R. M., Platt, H. M and Somerfield, P. J., 1998.** Free-living Marine Nematodes (Part III Monhysterids) *Synopses of the British Fauna (New series)* No. 53. Field Studies Council, Shrewsbury, UK.
- Wieser, W., 1953.** Die Beziehung zwischen Mundhöhlengestalt, Ernährungsweise und Vorkommen bei freilebenden marinen Nematoden. *Arkivfür Zoology*, 4: 439–483.
- Yazdani Foshtomi, M., Oryan, S., Taheri, M., Bastami, K. D. and Zahed, M. A., 2019.** Composition and abundance of microplastics in surface sediments and their interaction with sedimentary heavy metals, PAHs and TPH (total petroleum hydrocarbons). *Marine Pollution Bulletin*, 149: 110655.

